

#4/P23753
7/10/02
503.41039X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): ABE, et al

Serial No.: 10 / 025,852

Filed: DECEMBER 26, 2001

Title: MANUFACTURING METHOD OF A FUEL INJECTION VALVE;
AND A FUEL INJECTION VALVE AND AN INTERNAL
COMBUSTION ENGINE EQUIPPED THEREWITH.

RECEIVED

FEB 28 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for
Patents
Washington, D.C. 20231

FEBRUARY 25, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)
the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2000 - 394087
Filed: DECEMBER 26, 2000

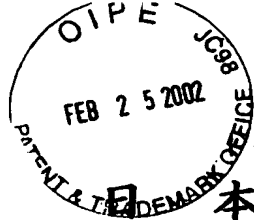
A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Gregory E. Montone
Registration No. 28,141

GEM/rp
Attachment



6329/KM

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月26日

出願番号

Application Number:

特願2000-394087

出願人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

RECEIVED

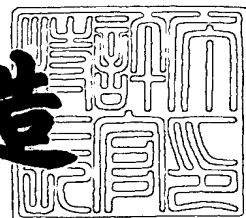
FEB 28 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

2001年12月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3108220

【書類名】 特許願
 【整理番号】 1500008151
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 F02M 61/18
 【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
 機械研究所内

【氏名】 安部 元幸

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
 機械研究所内

【氏名】 岡本 良雄

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
 機械研究所内

【氏名】 門向 裕三

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
 機械研究所内

【氏名】 山門 誠

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
 機械研究所内

【氏名】 宮島 歩

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社
 日立製作所 自動車機器グループ内

【氏名】 久保 博雅

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2520 番地 株式会社
日立製作所 自動車機器グループ内

【氏名】 石川 亨

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2520 番地 株式会社
日立製作所 自動車機器グループ内

【氏名】 生井沢 保夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料噴射弁の製造方法、燃料噴射弁およびそれを搭載した内燃機関

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁の製造方法において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、

この壁の高さ又はこの壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と前記拘束壁の前記周方向における 2 つの端部を結ぶ線分との成す角度のうち少なくともいずれか一方を変えたときに、前記 2 つの端部のうち少なくともいずれか一方の前記周方向における位置を変えることを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 2】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁の製造方法において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように壁を設け、

この壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と前記拘束壁の前記周方向における 2 つの端部を結ぶ線分との成す角度を 1 8 0 度からずらすことによって噴霧形状の異なる燃料噴射弁を製造することを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射弁の製造方法において、前記拘束壁とこの拘

束壁の端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように設けられた前記壁とは、連続した壁面で構成したことを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の燃料噴射弁の製造方法において、前記燃料噴射弁は噴射される噴霧の噴射孔中心軸を横切る断面で見た横断面形状が噴霧の集中した集中部と噴霧の希薄な希薄部とを有し、前記高さ又は前記角度と前記位置とを変えることにより、前記集中部と前記希薄部との相対的な位置関係を変えることを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の燃料噴射弁の製造方法において、前記燃料噴射弁は噴射される噴霧の噴射孔中心軸を横切る断面で見た横断面形状が噴霧の集中した集中部と噴霧の希薄な希薄部とを有し、前記角度を変えることにより、前記集中部と前記希薄部との相対的な位置関係を変えることを特徴とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 6】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、

前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁の前記周方向における 2 つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも小さくしたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 7】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、

噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、

前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて反時計回りにとった角度を 180° よりも小さくし、

前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線と、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記直線から前記方向に向けて反時計回りにとった角度を 180° よりも大きくしたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項8】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、

前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも大きくしたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項9】

旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、

前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、

前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁

の前記周方向における 2 つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも大きくし、

前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線と、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記直線から前記方向に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも小さくしたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 10】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関において

前記燃料噴射弁として請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の燃料噴射弁を搭載し

前記拘束壁の 2 つの端部のうち、旋回方向に対して下流側に位置する端部の接線方向で、該端部における燃料の進行方向が、前記点火部の方向と略一致するように前記燃料噴射弁を取り付けたことを特徴とする内燃機関。

【請求項 11】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関において

前記燃料噴射弁として請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の燃料噴射弁を搭載し

前記燃料噴射弁を前記点火部と近接して設置し、

前記拘束壁の 2 つの端部のうち、旋回方向に対して上流側に位置する端部の接

線方向で、該端部における燃料の進行方向が、前記点火部の方向と略一致するように前記燃料噴射弁を取り付けたことを特徴とする内燃機関。

【請求項 1 2】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関において

前記燃料噴射弁として請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の燃料噴射弁を搭載し

前記燃料噴射弁を前記点火部と近接して設置し、

前記燃料噴射弁を、この燃料噴射弁から噴射される噴霧の希薄となる部分が前記点火部の側を向くように取り付けたことを特徴とする内燃機関。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 に記載の内燃機関において、

前記燃料噴射弁と前記点火部とが、シリンダ内に空気を吸入する吸気弁と、シリンダ内から排気する排気弁との間に設置されたことを特徴とする内燃機関。

【請求項 1 4】

請求項 6 乃至 9 に記載の燃料噴射弁において、外部と電気的な接続を行うための接続手段を有し、この接続手段を、噴射孔から噴射される噴霧の集中部の方向と噴射孔の中心軸に対して対向する位置に設けたことを特徴とする燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関に用いられる燃料噴射弁から噴射される燃料の噴霧形状を制御する技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

エンジンの吸気管に燃料を噴射する吸気管内燃料噴射装置に対して、燃焼室内に直接燃料を噴射する筒内燃料噴射装置が知られている。このような筒内燃料噴

射装置を用いたガソリンエンジン（以下、筒内噴射式エンジンという）として、特開平 6 - 1 4 6 8 8 6 号公報に記載されているような、吸気開口端から上方に伸びる吸気ポートにより燃焼室内に縦渦の吸気流れ（以下、タンブル流という）を形成する構成とし、圧縮行程での燃料噴射を行い、点火プラグの周囲に理論空燃比の混合気を前記の吸気流れによって搬送し、理論空燃比よりも希薄な混合比での燃焼を行って燃費を改善する方法が開示されている。

【 0 0 0 3 】

また、Seoul 2000 FISITA World Automotive Congress, F2000A100号論文に、筒内燃料噴射装置として、噴射孔の開口面に段差を設けることによって、噴霧が集中する部分と噴霧が希薄となる部分を生成して、シリンダ内の圧力が高い状態においても点火プラグ側へ安定して燃料噴霧を供給する燃料噴射装置が記載されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

筒内噴射式エンジンの燃費や排気性能を向上するためには、筒内噴射式エンジンの大きさや形状、使用条件に合わせた噴霧の形状を有する燃料噴射弁を使用することが望ましい。

【 0 0 0 5 】

しかしながら従来技術においては、噴霧の横断面（すなわち噴射孔の軸を垂直に横切る断面）の形状を制御する技術、例えば噴霧が点火プラグ方向へ向かうときの方向やこの方向に集中する燃料の量、ピストン側へ向かう燃料噴霧のうち希薄な部分の位置や範囲等を調整することについては十分な配慮がなされていなかった。このため、所望の噴霧形状を得ることには困難が伴った。

【 0 0 0 6 】

そこで本発明の目的は、横断面において燃料の集中した部分と希薄な部分とを有する噴霧の形状を所望の形に調整する方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

さらに詳細には、本発明の目的は、横断面における燃料の集中部と希薄部との相対的な位置関係を調整して所望の形状の燃料噴霧を得る方法を提供することに

ある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の燃料噴射弁の製造方法は、旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁の製造方法において、前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、この壁の高さ又はこの壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分との成す角度のうち少なくともいずれか一方を変えたときに、前記2つの端部のうち少なくともいずれか一方の前記周方向における位置を変えるようにしたものである。

また本発明の燃料噴射弁の製造方法は、旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁の製造方法において、前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように壁を設け、この壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分との成す角度を180度からずらすことによって噴霧形状の異なる燃料噴射弁を製造するようにしたものである。

上記の燃料噴射弁の製造方法においては、前記拘束壁とこの拘束壁の端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように設けられた前記壁とは、連続した壁面で構成するとよい。

また上記の燃料噴射弁の製造方法においては、前記燃料噴射弁は噴射される噴霧の噴射孔中心軸を横切る断面で見た横断面形状が噴霧の集中した集中部と噴霧の希薄な希薄部とを有し、前記高さ、角度又は位置とを変えることにより、前記集中部と前記希薄部との相対的な位置関係を変えるようにするとよい。

上記目的を達成するために、本発明の燃料噴射弁は、旋回力を付与されて噴射

孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも小さくしたものである。

この燃料噴射弁においては、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線と、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記直線から前記方向に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも大きするとよい。

また上記目的を達成するために、本発明の燃料噴射弁は、旋回力を付与されて噴射孔から噴射された燃料が旋回方向成分を有するように拘束する拘束壁を噴射孔出口開口の周方向の一部に設けた燃料噴射弁において、前記壁の前記周方向における端部のうち、燃料の旋回方向の上流側に位置する端部から、この端部から離れるに従って噴射孔出口開口の縁から離れるように、噴射孔の中心軸方向を高さ方向とする壁を設け、前記壁が前記端部から噴射孔中心軸を横切る方向に伸びる方向と、前記拘束壁の前記周方向における2つの端部を結ぶ線分とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記壁の方向から前記線分に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも大きくしたものである。

この燃料噴射弁においては、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線と、前記拘束壁の燃料の旋回方向下流側に位置する端部と噴射孔中心とを結ぶ直線とが成す角度であり、噴射孔から噴射された噴霧の下流側から噴射孔開口が形成された燃料噴射弁の先端面を見たときに、前記直

線から前記方向に向けて燃料の旋回方向の反対方向にとった角度を 180° よりも小さくするとよい。

【0009】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関においては、前記燃料噴射弁として上記の本発明に係る燃料噴射弁を搭載し、前記拘束壁の2つの端部のうち、旋回方向に対して上流側に位置する端部の接線方向が、前記点火部の方向と略一致するように前記燃料噴射弁を取り付けるとよい。

【0010】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関においては、前記燃料噴射弁として上記の本発明に係る燃料噴射弁を搭載し、前記燃料噴射弁を前記点火部と近接して設置し、前記拘束壁の2つの端部のうち、旋回方向に対して下流側に位置する端部の接線方向が、前記点火部の方向と略一致するように前記燃料噴射弁を取り付けるとよい。

【0011】

噴射孔をシリンダ内に面して設けた燃料噴射弁を用いてシリンダ内に燃料を噴射し、シリンダ内に配置された点火部を有する点火装置によって噴射された燃料に点火し、シリンダ内に設けられたピストンを往復運動させる内燃機関においては、前記燃料噴射弁として上記の本発明に係る燃料噴射弁を搭載し、前記燃料噴射弁を前記点火部と近接して設置し、前記燃料噴射弁を、この燃料噴射弁から噴射される噴霧の希薄となる部分が前記点火部の側を向くように取り付けるとよい。

【0012】

燃料噴射弁を点火部と近接して設置した上記の内燃機関においては、前記燃料噴射弁と前記点火部とを、シリンダ内に空気を吸入する吸気弁と、シリンダ内から排気する排気弁との間に設置するとよい。

【 0 0 1 3 】

噴射孔の中心軸に垂直な噴霧横断面において、噴霧の集中部と希薄部とを有する噴霧を噴射する燃料噴射弁においては、外部と電氣的な接続を行うために設けられる、例えばコネクタ等の接続手段を、噴霧の集中部の方向と噴射孔の中心軸に対して対向する位置に設けるとよい。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明に係る燃料噴射弁の構造を示す断面図の一例として、通常時閉型の電磁式燃料噴射弁を示す。この燃料噴射弁は、コイル 1 0 9 に通電されていない状態においては、弁体 1 0 2 とシート部とが密着している。

【 0 0 1 5 】

燃料は図示しない燃料ポンプによって圧力を付与された状態で燃料供給口より供給され、弁体とシート部の密着位置まで燃料噴射弁の燃料通路 1 0 6 は燃料で満たされている。コイル 1 0 9 に通電されて電流が流れると、磁力によって弁体 1 0 2 が変位してシート部から離れ、燃料は噴射孔 1 0 1 より噴射される。ここで、燃料は旋回素子 1 0 7 を通って噴射孔にいたるが、旋回素子 1 0 7 には通過する燃料に弁軸心を旋回の軸とする旋回力を付与する燃料通路が設けられており、この燃料通路を通過した燃料は最終的に噴射孔 1 0 1 の中心軸を旋回の軸とする旋回力を与えられ、噴射孔から旋回しながら噴出するようになっている。

【 0 0 1 6 】

本実施例では、旋回素子 1 0 7 (もしくは旋回力を付与する燃料通路) がシート部の上流に設置された上流旋回式燃料噴射弁の例を示しているが、上流旋回式に限定する必要はなく、旋回素子がシート部よりも下流に設けられていたり、あるいは旋回素子を設けることなく、弁体に螺旋や斜めの溝を切り込むなどして燃料に旋回力を付与する手段を用いても良い。

【 0 0 1 7 】

図 2 は図 1 に示した燃料噴射弁の噴射孔 1 0 1 の近傍を拡大して噴射孔方向から見た正面図 (b) と、この正面図における A - A 矢視断面図 (a) を示した図である。なお、図 2 (a) の噴射孔開口部を G 方向から見た斜視拡大図を図 1 7

に示す。

【0018】

図2においては、噴射孔中心軸200に垂直な面と平行に形成されたステップ上面201と、ステップ底面202が形成され、ステップ上面201はステップ底面202よりも燃料の流れる方向において下流側に設けられている。以降の説明では、噴射孔中心軸の方向のうち、燃料が流れる方向を上とし、その反対方向を下として説明を行う。

【0019】

ステップ壁面203およびステップ壁面204は、噴射孔中心軸200に略平行な壁面であり、噴射孔中心軸方向に対してはステップ上面201とステップ底面202を連ねるように設けられた段差面である。

【0020】

また噴射孔中心軸200に略平行で、かつ燃料の旋回方向に沿うように設けられた、旋回拘束壁面210が設けられている。旋回拘束壁面210は、噴射孔内壁と略同心円の円弧上に設けられ、燃料の径方向への運動を拘束するように設けられている。旋回しながら流れる燃料は、旋回拘束壁面210に沿って旋回しながら流出する。

【0021】

旋回拘束壁面210は、拘束壁面端部206および207より噴射孔の径方向外側に向かって設けられたステップ壁面203および204と連なって設けられており、ステップ壁面203および204は噴射孔内壁208から噴射孔の径方向に離れるように設けられている。

【0022】

ステップ壁面203および204は、燃料の旋回に沿う旋回拘束壁面としての機能を有しないようになっている。このうち、ステップ壁面203は、拘束壁面端部のうち旋回方向上流側の端部207と連なるように設けられ、噴射された燃料の進行方向への運動を拘束する進行拘束壁面として作用する。

【0023】

すなわち、拘束壁面210は、噴射孔の周方向の範囲のうちの一部に設けら

れており、燃料の旋回に沿う拘束壁面としての機能を、拘束壁面端部 2 0 6 と 2 0 7 の間の範囲で有するようになっている。

【 0 0 2 4 】

拘束壁面端部のうち、拘束壁面端部 2 0 7 は、その位置を基準としてみたときに、ステップ上面 2 0 1 が旋回方向 6 0 0 の下流側（旋回方向 6 0 0 の上流側がステップ底面 2 0 2）となる位置にある。また、拘束壁面端部 2 0 6 はステップ上面 2 0 1 が旋回方向 6 0 0 の上流側（旋回方向 6 0 0 の下流側がステップ底面 2 0 2）となる位置にある。

【 0 0 2 5 】

なお図 2 に示した例では、拘束壁面 2 1 0 は正面図（図 2（b））において噴射孔内壁 2 0 8 と略一致するように設けられている。このため、拘束壁面 2 1 0 は噴射孔内壁の一部とみなすことができ、図 2 に示した噴射孔開口部の形状は、拘束壁面端部 2 0 6 および 2 0 7 の位置で噴射孔開口端の噴射孔中心軸 2 0 0 方向の位置が変化した形状とみなすことができる。

【 0 0 2 6 】

このように、噴射孔開口端の噴射孔中心軸 2 0 0 方向の位置が変化したものとみなすと、拘束壁面端部 2 0 6 および 2 0 7 は、噴射孔開口縁の縁変化部位と見ることもしできる（以降の解説で縁変化部位と称する部位は、旋回拘束壁面の端部と同義とする）。

【 0 0 2 7 】

このような見方をすると、噴射孔 1 0 1 の出口開口を形成する噴射孔の縁 2 0 8 が、ステップ壁面 2 0 3 と噴射孔内壁 2 0 8 が接する位置である拘束壁面端部 2 0 7 と、ステップ壁面 2 0 4 と噴射孔内壁 2 0 8 が接する位置である拘束壁面端部 2 0 6 の 2 点において、噴射孔中心軸 2 0 0 方向の位置が変化するようになっている。

【 0 0 2 8 】

拘束壁面端部 2 0 7 と拘束壁面端部 2 0 6 のうち、拘束壁面端部 2 0 7 は、その位置よりも旋回方向 6 0 0 の下流側がステップ上面の側となり、その位置よりも上流側がステップ底面の側となる位置にある、上流側拘束壁面端部である。

【 0 0 2 9 】

一方で、拘束壁面端部 2 0 7 と拘束壁面端部 2 0 6 のうち、拘束壁面端部 2 0 6 は、その位置よりも旋回方向 6 0 0 の下流側がステップ底面の側となり、その位置よりも上流側がステップ上面の側となる位置にある、下流側拘束壁面端部である。

【 0 0 3 0 】

噴射孔開口部がこのように形成された燃料噴射弁から噴射される噴霧の形状は、前記の下流側縁変化部位 2 0 6 と、上流側縁変化部位 2 0 7 と、上流側縁変化部位 2 0 7 から噴射孔の外側に向かって形成されたステップ壁面 2 0 3 の位置関係によって調整することができる。

【 0 0 3 1 】

以降に、燃料噴射弁から噴射された噴霧の形状が、前記の位置関係によって調整できる原理を、従来例による噴射弁を用いた場合と比較して説明する。図 3 は、Seoul 2000 FISITA World Automotive Congress, F2000A100号論文に見られる噴射弁の、噴射孔開口部付近を拡大した断面図（図 3（a））および正面図（図 3（b））である。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示した噴射弁は、図 2 と同様にステップ上面 3 0 1 とステップ底面 3 0 2 が噴射孔中心軸 2 0 0 方向にずれた位置に設けられ、段差部には噴射孔中心軸 2 0 0 と略平行なステップ壁面 3 0 3 および 3 0 4 が噴射孔内壁 3 0 5 に連なるように設けてある。しかしながら、ステップ壁面 3 0 4 と噴射孔内壁 3 0 5 が連なる位置である下流側縁変化部位 3 0 6 と、ステップ壁面 3 0 3 と噴射孔内壁 3 0 5 が連なる位置である上流側縁変化部位 3 0 7 とを結ぶ直線は、上流側縁変化部位 3 0 7 から噴射孔 1 0 1 の外側に向かって設けられたステップ壁面 3 0 3 と略平行となっている。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す噴射弁による燃料の噴霧は、図 4（a）に示すように、噴射孔中心軸 2 0 0 を含む断面内においては、ステップ底面 3 0 2 側で噴霧貫徹力が大きく、ステップ上面 3 0 1 側の噴霧貫徹力が弱い噴霧が形成される。また、噴射孔中

心軸 2 0 0 に垂直な断面（以下、横断面と称する）内においては、図 4 - (b) に示すように、ステップ底面 3 0 2 側に噴霧の集中部 4 0 3 を有し、ステップ上面 3 0 1 側に噴霧が希薄となる領域 4 0 4 を有する馬蹄形の噴霧を呈することが知られている。

【 0 0 3 4 】

図 4 に示した形状の噴霧は、筒内直接噴射式のエンジンに搭載した場合に、貫徹力が強い方の噴霧が点火プラグへ向かうように取り付けると、点火プラグ側に濃い混合気を作り、ピストン側に希薄な混合気を形成することが可能となり、成層燃焼を行う際の圧縮行程噴射においても点火プラグ周りに濃い混合気を形成させることができるというメリットがあった。

【 0 0 3 5 】

ここで噴霧の集中部は燃料液滴が多く集中する部位であり、噴射孔中心軸に垂直な面状の光源（レーザーシート）などを用いて噴霧を撮影すると、噴霧の集中部で輝度が強くなるため、簡便に集中部を見出すことができる。

【 0 0 3 6 】

ところで、図 3 に示された燃料噴射弁を用いて図 4 に示されるような形状の噴霧を筒内噴射式のエンジンに搭載して用いる場合、排出ガス中の未燃燃料成分の抑制と燃焼の安定性の双方をより向上させるためには、噴霧の貫徹力、分布量、噴霧が希薄となる部分の範囲、および噴射角度について、エンジンシリンダの形状に適合するように作ることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

しかしながら、図 3 に示された燃料噴射弁を用いて、エンジン性能をより向上させるために、横断面における噴霧の形状がエンジンシリンダの形状に適合するように調整することには困難が伴う場合があった。

【 0 0 3 8 】

例として、噴霧の形状をエンジンシリンダの形状に合わせるために、貫徹力の強いステップ底面 3 0 2 側の噴霧の貫徹力と、貫徹力の弱いステップ底面 3 0 1 側の噴霧の濃度分布の分配を変更する目的で、図 5 (a) に示されるようにステップ壁面 3 0 4 の位置を、噴射孔中心軸 2 0 0 からずれた位置に設けた場合につ

いて説明する。このようにステップ壁面 3 0 4 の位置 W を変化させることは、ステップ壁面 3 0 4 の位置を噴射孔中心軸 2 0 0 からずらして設けることによって、ステップ上面にかかる噴射孔内壁の範囲と、ステップ底面にかかる噴射孔内壁の範囲の分配が変化し、噴射された噴霧のうち貫徹力の強い部分と貫徹力の弱い部分との分配を変更できることを期待したものである。

【 0 0 3 9 】

しかしながら、横断面での噴霧形状は、図 5 (b) のうち、 $W > d / 2$ の場合と $W < d / 2$ に示されるように、噴霧の貫徹力が強い部分に見られる噴霧の集中部と、噴霧の希薄な部分の位置関係が、噴射孔中心軸に対して対向しなくなってしまう。図 5 中の噴霧の集中部 5 0 1' と噴霧の希薄な領域 5 0 2' の関係、および噴霧の集中部 5 0 1' ' と噴霧の希薄な領域 5 0 2' ' の関係は、対向しなくなった噴霧の集中部と噴霧の希薄な領域の関係を表している。

【 0 0 4 0 】

このため、図 5 に示したような噴射孔開口部の形状を有する燃料噴射弁のうち、 $W = d / 2$ でないものを筒内直接噴射式のエンジンに搭載した場合には、点火プラグの周囲に濃い混合気を形成して燃焼安定性を向上させようとする、これと対向する位置にあるピストン側へ向かう噴霧の量が多くなって、 $W = d / 2$ の場合と比べると排出ガス中の未燃燃料成分が増加する傾向となる。また、噴霧の希薄な部分をピストン側へ向けて、排出ガス中の未燃燃料成分を抑制しようとする、点火プラグの周囲には濃い混合気が形成されづらくなり、燃焼安定性が低下する傾向にあり、 $W = d / 2$ の場合と比べるとエンジンの燃費の面では不利となる。

【 0 0 4 1 】

したがって、図 3 に示す噴射孔開口部の形状を有する従来例による燃料噴射弁では、設計定数としてのステップ壁面 3 0 4 の位置を変更しただけでは、筒内噴射式エンジンの燃費や排気性能を更に良くするような形状の噴霧を形成することには困難が伴った。

【 0 0 4 2 】

そこで、ステップ壁面 3 0 4 の位置を変更した場合の、上述したような噴霧の

横断面における噴霧形状の変化の原因が、燃料が旋回しながら噴射されることであることに着目し、図 2 に示したような燃料噴射弁によって、従来例による燃料噴射弁と比較して更にエンジンの燃費や排気性能において有利な噴霧形状が得られること説明する。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、図 2 に示した燃料噴射弁の噴射孔開口部近傍を更に拡大した図である。同時に、燃料が噴射される方向を矢印にて示してある。また、図 7 は図 6 に示された燃料噴射弁より噴射された噴霧の、横断面形状を示す図である。図 6 に示した噴射弁は、図 5 中の $W = d / 2$ の場合に比べて、噴霧の集中部の集中度は同程度で、噴霧の希薄な領域が広くなるようにした例である。

【 0 0 4 4 】

図 6 に示した旋回式燃料噴射弁においては、燃料は旋回しながら流下するため、遠心力によって噴射孔中心付近の圧力が低下して空洞を生じ、燃料は薄い液膜となって噴射孔内壁 3 0 5 に沿って流下する。したがって、燃料の速度成分のうち、噴射孔の中心軸 2 0 0 に垂直な断面に投影される速度成分の方向は、噴射孔内壁の略接線方向となる。

【 0 0 4 5 】

例えば、図 6 における噴射孔開口部の縁 2 0 8 上の点 6 0 1 s から噴射される燃料は矢印 6 0 1 の方向に噴射され、点 6 0 2 s から噴射される燃料は矢印 6 0 2 の方向に噴射される。言い換えると、矢印 6 0 1 の方向に噴射される燃料の噴射開始位置は、噴射孔開口部の縁 2 0 8 上の点 6 0 1 s であり、矢印 6 0 2 の方向に噴射される燃料の噴射開始位置は、点 6 0 2 s である。

【 0 0 4 6 】

ここで、噴射孔開口部の縁 2 0 8 の噴射孔中心軸 2 0 0 方向に変化する縁変化位置 2 0 6 を噴射位置として噴射される、矢印 6 0 4 方向への噴霧について説明する。縁変化位置 2 0 6 は、ステップ壁面 2 0 4 と噴射孔内壁 2 0 8 が接する位置である。縁変化位置 2 0 6 においては、旋回方向 6 0 0 の上流側がステップ上面 2 0 1 の側であり、旋回方向 6 0 0 の下流側がステップ底面 2 0 2 側となっており、したがって燃料は旋回しながらステップ上面 2 0 1 の側から流下してくる

。縁変化位置206は、図17に示す206と206'を結ぶ噴射孔中心軸と略平行な線を呈しており、燃料はこの線上から噴射される。このため、点601sから矢印601の方向に噴射される燃料や、点602sから矢印602の方向に噴射される燃料と比較して、矢印604方向に噴射される燃料は前記の縁変化位置206の線上から噴射されるため、同一方向に噴射される燃料の量が多くなる。図7に示した噴霧形状のうち、噴霧の集中部701は、縁変化位置206から噴射された燃料によって形成された噴霧の集中部である。このように開口部の縁208が噴射孔中心軸200の方向にずれている縁変化位置206を有することによって、噴霧の量が集中した噴霧の集中部701を形成することが可能となる。

【0047】

上述のように、噴霧の集中部701は縁変化位置206から噴射される矢印604方向の噴霧によってもたらされるものであるから、縁変化位置206を設ける位置は、縁変化位置206における噴射孔内壁の接線方向を、噴霧を集中させるべき方向に略一致させるように設けると良い。

【0048】

次に、縁変化位置207およびステップ壁面203と噴霧形状との関係について説明し、所望の噴霧形状を得る方法について説明する。縁変化位置207は、その旋回方向600の上流側がステップ底面202の側であり、旋回方向600の下流側がステップ上面201の側となっており、したがって縁変化位置207へはステップ底面202側から燃料が流下する。

【0049】

また、ステップ底面側から噴射された燃料の一部は、ステップ壁面203に向かって飛翔する。例えば、噴射位置601sより矢印601方向に噴射された燃料や、噴射位置603sより矢印603方向に噴射された燃料などは、ステップ壁面203に向かって飛翔する。このように、ステップ壁面203に向かって飛翔する燃料のうち、ステップ壁面203から十分に離れた距離から噴射された燃料は、ステップ壁面203とは干渉せずに噴射方向に飛翔し、ステップ壁面203に近い位置から噴射された燃料は、ステップ壁面203と干渉し、燃料は当初

の噴射方向と同一の方向へは飛翔しない。

【0050】

飛翔する燃料がステップ壁面203と干渉するかどうかは、噴射孔開口部の縁上の噴射位置からステップ壁面203までの噴射方向（噴射位置における噴射孔内壁の接線方向）での距離を L 、燃料の噴射角度を θ 、ステップ高さを H としたとき、 $L \times \tan(\theta/2)$ と H との比較によって概略を知ることができる。ここでステップ高さ H とは、ステップ壁面203の噴射孔中心軸200方向の長さを指す。また、噴射角度は、略円錐形となる噴射直後の燃料の形状の、頂角を表す。 $L \times \tan(\theta/2)$ の値が、 H よりも大きい場合には、噴射された燃料はステップ壁面203とは干渉しない。図6においては、点601sを噴射位置として噴射する燃料がステップ壁面203に干渉しない燃料を表しており、矢印601の方向に飛翔する燃料はステップ壁面203と干渉することなく飛翔する。一方で、 $L \times \tan(\theta/2)$ が H よりも小さい場合には、噴射された燃料はステップ壁面203と干渉する。図6においては、点603sより噴射される燃料がこれを表しており、矢印603の方向に飛翔する燃料は壁面203と干渉するため、噴射方向を表す矢印603の延長方向には燃料は飛翔しない。

【0051】

ステップ壁面203と噴射された燃料との干渉は、形成される噴霧の横断面形状において、噴霧が希薄となる領域を形成する原因の一つである。前述した $L \times \tan(\theta/2)$ と H との関係は、形成される噴霧の横断面（図7）において、噴霧が希薄となる領域702と噴霧が希薄でない領域との境界のうち、旋回方向600の上流側の境界703の位置に関する。図7中に示した噴霧が希薄でない領域と噴霧が希薄となる領域の境界703のおおよその位置は、 $L \times \tan(\theta/2) = H$ となる噴射位置における噴射孔内壁の接線方向となる。したがって、噴霧が希薄でない領域と噴霧が希薄な領域の境界の所望する位置に対して、所望する境界の位置から噴射孔内壁に向けて接線を引いたときに、その接線と噴射孔内壁とが接する位置が $L \times \tan(\theta/2) = H$ なる関係になるよう、ステップ壁面203の位置と形状および高さを設定すると良い。

【0052】

図 6 の例は、図 3 に示した例と比較して噴霧が希薄な領域が広くなるように設定を行った例であるので、ステップ壁面 2 0 3 はステップ底面 2 0 2 側の各噴射位置（例えば点 6 0 1 s や点 6 0 3 s）とステップ壁面 2 0 3 との距離が小さくなるように、縁変化部位 2 0 6 と 2 0 7 とを通る直線 6 0 6 とステップ壁面 2 0 3 とが斜角を持つように設置し、その角度 $\theta 6 0 7$ （直線 6 0 6 のうち噴射孔側から旋回方向にとった角度）が 1 8 0 度より小さくなるようにするように設置している。 $\theta 6 0 7$ が 1 8 0 度より小さいことで、燃料の噴射位置 6 0 3 と、進行拘束壁面であるステップ壁面 2 0 3 との距離が小さくなり、より広い範囲の噴射位置（例えば点 2 0 7 から 6 0 3 s の範囲）から噴射された燃料が、ステップ壁面 2 0 3 によって進行方向の運動を拘束されるため、形成される噴霧の形状は、噴霧が希薄な領域が広いものとなる。

特に図 6 では、ステップ壁面 2 0 3 とステップ底面 2 0 2 側の各噴射位置との距離が最も小さくなるように、ステップ壁面 2 0 3 は噴射孔内壁と略接するように設けている。

【 0 0 5 3 】

このように、図 6 の例は噴霧が希薄な領域が広くなるように設定を行った例であるが、逆に噴霧が希薄な領域が狭くなるように設定するには、ステップ壁面 2 0 3 と直線 6 0 6 との角度が 1 8 0 度より大きくなるように設けると良い。

【 0 0 5 4 】

一方で、縁変化部位 2 0 7 の位置は、噴霧が希薄な領域 7 0 2 と噴霧が希薄でない領域の境界のうち、縁変化部位 2 0 7 より旋回方向下流側に形成される境界 7 0 4 の位置と関係している。図 6 に示す燃料噴射弁を筒内直接噴射式のエンジンに搭載して、噴霧の集中部 7 0 1 が点火プラグ方向に向かい、噴霧の希薄な部分がピストンの方向に向かうためには、噴霧の集中部 7 0 1 と噴霧が希薄な領域 7 0 2 とが噴射孔中心軸 2 0 0 を挟んで対向していることが望ましく、そのためにはステップ壁面 2 0 3 に連なる縁変化部位 2 0 7 の位置を変更してやると良い。

【 0 0 5 5 】

噴霧が希薄となる領域 7 0 2 が形成される原因としては、燃料とステップ壁面

203との干渉の他に、縁変化部位207の旋回方向600の下流側（ステップ上面201側）に燃料が噴射されない噴射孔縁の範囲の存在がある。噴射孔縁の各点から噴射される燃料は、噴射孔内壁に沿って螺旋状に流下して噴射位置に至るが、流下の過程に縁変化部位207が存在するために、縁変化部位207の旋回方向600の下流側の噴射孔開口部の縁208の範囲の一部に供給されるべき燃料は、その燃料が流下してくる軌跡である螺旋が縁変化部位207の旋回方向600の上流側の縁208の範囲と交わり、燃料の噴射はその交点で噴射されてしまう。このために、縁変化部位207の旋回方向600の下流側の縁208の範囲の一部では燃料の噴射が行われない。

【0056】

前述した燃料の噴射が行われない範囲は、噴射孔中心からの角度（ラジアン）で表すと、ほぼ $\{2 \times H \times \tan(\theta/2)\} / D$ となる。ここで、Hは前述のステップ高さであり、Dは噴射孔の内径である。したがって、縁変化部位207から $\{2 \times H \times \tan(\theta/2)\} / D$ で表される角度だけ旋回方向下流側の位置までの範囲では、燃料の噴射はほぼ起こらない。

【0057】

したがって、噴霧の希薄な領域と噴霧が希薄でない領域との境界のうち、旋回方向600の下流側の境界704の所望の位置に対して、縁変化部位207は、境界704から噴射孔内壁に接線を引いた場合の噴射孔内壁との接点の位置よりも、 $\{2 \times H \times \tan(\theta/2)\} / D$ で表される角度だけ旋回方向600の上流側に設けるようにすると良い。図6に示す燃料噴射弁のようにステップ壁面203の方向を変更して噴霧が希薄な領域を拡大した場合においても、噴霧が希薄な領域702と噴霧の集中部701とを噴射孔中心軸に対して対向するようにするためには、噴霧の集中部701に寄与している縁変化部位206と噴射孔中心を通る直線上よりも旋回方向600の下流側に、縁変化部位207があることが望ましい。

【0058】

図6には、噴霧の希薄な領域を拡大し、かつ噴霧の集中部701と噴霧の希薄な領域702とが対向するように噴射孔形状を工夫した例を示したが、これは縁

変化部位 2 0 6 と縁変化部位 2 0 7 とを通る直線 6 0 6 がステップ壁面 2 0 3 と斜角を持つように構成したことによる効果の一例であって、必ずしも図 6 に示した形状には限定されない。例えば、図 3 や図 7 に示したような横断面が馬蹄形の噴霧形状は、図 8 に示されるような噴射孔開口部の形状を以ってしても得ることができる。例えば、図 8 (a) は図 6 に示した噴射孔開口部の形状による噴霧と同等の噴霧を得ることができる形状である。図 6 では、噴霧の集中部と噴霧の希薄な領域が対向して形成されるように、縁変化部位 2 0 7 の位置を図 2 中の第三象限（噴射孔中心軸をゼロ点として）に移動させた例であるが、図 8 (a) の例では、図 6 における縁変化部位 2 0 6 の位置を第二象限へ移動させることで、噴霧の集中部と噴霧の希薄な領域の対向を図った例である。このときに、2 つの縁変化部位とステップ壁面 8 0 1 a の関係は、図 6 における縁変化部位 2 0 6 および 2 0 7 とステップ壁面 2 0 3 の位置関係と同様になっており、図 8 (a) の例では、噴霧の集中部が矢印 8 0 5 の方向に形成され、これと対向するように噴霧の希薄な部分が形成される。

【 0 0 5 9 】

加えて、図 6 の噴射孔開口部の形状と図 7 の噴霧形状との関係で述べたように、噴射孔開口部の縁が噴射孔の中心軸方向に変化する部位の位置や、ステップ壁面のうち上流側がステップ上面下流側がステップ底面となる縁の変化位置に連なるステップ壁面の向きを変化させることによって、噴霧の横断面の形状を、所望の形にすることが可能である。

【 0 0 6 0 】

図 8 に示したように所望の噴霧形状に対して噴射孔開口部の形状を自由度が高く選択できることは、噴射孔開口部の形状を加工する上での利点もある。例えば、燃料噴射弁を大量生産する場合には、塑性加工によって噴射孔開口部の形状を形成することが望ましい場合があるが、図 8 (b) は、このような場合において製造を容易ならしめる効果がある。

【 0 0 6 1 】

ニアネットシェイプやプレス加工に代表される塑性加工によって噴射孔開口部を形成する場合、面と面とが連なる部分を角部によって構成することに困難を伴

う場合があるが、角部が生じないような形状とすることで加工が容易となる。

【 0 0 6 2 】

図 8 (b) は、ステップ壁面 8 0 1 b とステップ壁面 8 0 2 b の両方が、噴射孔内壁と接するように設けた例である。この場合も、角部が生じないようになっているため、塑性加工によって噴射孔開口部を形成する場合に有利である。

【 0 0 6 3 】

以上のように 2 つの縁変化部位（すなわち旋回拘束壁面端部）と、進行拘束壁面（例えば図 6 におけるステップ壁面 2 0 3）の位置関係によって、噴霧の形状を所望の形状に調整することが出来る。図 1 8 は、図の左側に噴射孔と進行拘束壁面と旋回拘束壁面端部の位置関係を示し、これに対応して形成される噴霧の形状を右側に示した図である。図 1 8 においては旋回方向は反時計周りとし、進行拘束壁面よりも旋回方向下流側がステップ上面（すなわち凸）、上流側がステップ底面（すなわち凹）とする。

【 0 0 6 4 】

図 1 8 (O) は、図 3 に示した従来技術における旋回拘束壁面端部と進行拘束壁面の位置関係を示している。

【 0 0 6 5 】

図 1 8 (a) は、噴射孔中心軸 1 8 0 0 と旋回拘束壁面端部 1 8 0 1 a とを結ぶ直線と、噴射孔中心軸 1 8 0 0 と旋回拘束壁面端部 1 8 0 2 a を結ぶ直線とが為す角度 $\theta 1 8 2 a$ を、旋回拘束壁面端部 1 8 0 1 a の側から旋回方向にとったときに、180 度より大きく、旋回拘束壁面端部 1 8 0 1 a と旋回拘束壁面端部 1 8 0 2 a を結ぶ直線と進行拘束壁面 1 8 0 3 a とが為す角 $\theta 1 8 1 a$ を進行拘束壁面 1 8 0 3 a の側から旋回方向と反対向きにとった角度が 180 度よりも小さくした例である。

【 0 0 6 6 】

図 6 および図 8 に示した噴射孔開口部形状の旋回拘束壁面端部と進行拘束壁面との位置関係は、図 1 8 (a) に相当する。すなわち、図 1 8 (O) に対し、角 $\theta 1 8 1 a$ が 180 度よりも小さくなるように進行拘束壁面 1 8 0 3 a を設けたことで噴霧の希薄領域を広げ、これに伴って対向しなくなる噴霧の希薄領域と噴

霧の集中部の関係を、角 $\theta 182b$ が 180 度よりも大きくなるように設定して補正し、噴霧の集中部と噴霧の希薄領域とを対向させた例である。

【0067】

図 18 (b) は、噴射孔中心軸 1800 と旋回拘束壁面端部 1801a とを結ぶ直線と、噴射孔中心軸 1800 と旋回拘束壁面端部 1802a を結ぶ直線とが為す角度 $\theta 182b$ を旋回拘束壁面端部 1801a の側から旋回方向にとったときに 180 度より小さく、旋回拘束壁面端部 1801b と旋回拘束壁面端部 1802b を結ぶ直線と進行拘束壁面 1803b とが為す角 $\theta 181b$ を進行拘束壁面 1803a の側から旋回方向と反対向きにとった角度が 180 度よりも大きくした例である。

【0068】

すなわち、図 18 (O) に対し、角 $\theta 181b$ が 180 度よりも大きくなるように進行拘束壁面 1803b を設けたことで噴霧の希薄領域を小さくし、これに伴って対向しなくなる噴霧の希薄領域と噴霧の集中部の関係を、角 $\theta 182b$ が 180 度よりも小さくなるように設定して補正し、噴霧の集中部と噴霧の希薄領域とを対向させた例である。

【0069】

また図 19 は、旋回拘束壁面の範囲がほとんどなくなる程度にまで小さくし、図 18 (a), (b) における 2 つの旋回拘束壁面の端部が略一致する程度にまでした場合の例である。図 19 (a) は噴射孔開口部形状の拡大図を、図 19 (b) にはこれによって形成される噴霧形状の概略図を示す。図 19 (a) の面 1901 はステップ上面 (すなわち凸) であり、1902 はステップ底面である。

【0070】

図 19 (a) において旋回拘束壁面端部は、点 1906 の一点に集約される形となっている。旋回拘束壁面の範囲が非常に小さいか、またはほとんど無いようにすることで、進行拘束壁面の効果のみを噴霧形状に与えるようにした例である。このようにすることで、進行拘束壁面 1903 によって噴霧に希薄な領域 1905 をつくり、噴霧の集中部の集中度が小さいか、または生じないようにすることができる。

【0071】

なお、図6および図8はステップ壁面の部材が噴射孔の部材と同一部材で構成された例を示したが、必ずしもステップ壁面は噴射孔の部材と同一部材である必要はない。例えば図9に示すように、ステップ壁面を形成する部材901を噴射孔を形成する部材902とは別部材としてもよい。図9では、端面903が平面である部材902に、ステップ壁面904と905を有する部材を取り付け、接合部910にて溶接してある。部材901は図9(b)に示した正面図からも分かるように、扇状穴の空いた部材である。部材901に設けられた扇状の穴は、噴射孔内壁900とほぼ等しい曲面906と、これに連なるステップ壁面904およびステップ壁面905と、噴射孔内壁よりも外側に設けられた壁面909によって構成されている。

【0072】

このように、穴の空いた別部材901を旋回式燃料噴射弁の先端に取り付けても、所望の形状の噴霧を得ることができる。この場合、部材901の一部分は噴射孔内壁とほぼ等しい形状の曲面906で構成され、噴射孔内壁とこの曲面がほぼ一致するように組み立てられており、燃料はこの曲面を旋回しながら流下するため、噴射孔内壁の役割を果たすとみなせる。したがって噴射孔開口部の縁は、部材901の曲面906の開口部の縁と、部材902の噴射孔内壁の開口部の縁とからなり、縁変化部位は、噴射孔内壁とステップ壁面とが接する位置、すなわち縁変化部位907と908がこれに相当することになる。

【0073】

なお、図9は部材901には扇状の穴を設けたために壁面909が形成された構成となっているが、壁面909は噴射された噴霧と干渉しない位置に設ける必要がある。また穴が扇状ではなくても、図8に示したようなステップ壁面が形成されるような穴を設けてもよい。加えて、部材901に穴ではなく、部材の端(円周部)までを切り欠いて壁面909がないような構成としてもよい。

【0074】

また、図9では部材902と部材901は溶接によって接合されているが、接合方法は溶接である必要はない。部材902と部材901が溶接以外の方法で接

合（または接触）して組み立てられていてもよい。

【0075】

図9に示したような別部材によってステップ壁面を構成した場合、噴霧形状を決定することに寄与するステップ壁面を、パンチとダイによる加工によって容易に得ることが可能となる。また同一の燃料噴射装置に対して、部材901を取り替えるだけで、噴霧の形状を変更することができるようになるので、噴霧形状をエンジンへ適合させることが容易となる。

【0076】

図10は、図6に示した燃料噴射弁の開口形状を、より加工が容易であるように工夫した例である。図6においては、ステップ上面201側にかかる噴射孔内壁と、ステップ底面202側にかかる噴射孔内壁とが、同一の円筒上に設けられた構成となっていたが、図10は噴射孔中心軸と略平行な旋回拘束壁面1002が、噴射孔よりも外側に設けられた例を示している。このような構成にすることによって、旋回拘束壁面1002と上流側の噴射孔内壁1001との間には、クリアランスCが生じるようになっている。

【0077】

このようにクリアランスCを設けることによって、例えばステップ上面201'とステップ底面202'との間の段差を形成した後に、噴射孔穴を空けることが加工上容易となる場合がある。図6のようにクリアランスがない場合では、段差を設けた後に穴あけを行うと、段差の部分で工具が片当たりを生じて折損してしまうことがあるという問題があった。クリアランスCを設けることによって、加工時にクリアランスC部に加工用の部材を当てて加工することができ、片当たりを防いで工具が折損することを抑制できるという利点がある。

【0078】

なお図10のようにクリアランスCがある場合、燃料の噴射孔径方向への運動が拘束されて旋回拘束壁面1002に沿って流下する程度にクリアランスCが十分に小さければ、旋回拘束壁面1002は、燃料の噴射孔径方向への運動を拘束する壁面として機能する。クリアランスCの大きさについては、燃料の噴射角 θ と、ステップ壁面の高さH（ステップ上面201'とステップ底面202'の噴

射孔中心軸方向の位置の差)とクリアランスCの関係から、 $C \times \tan(\theta/2) < H$ なる関係が満たされているときには、少なくともクリアランスCが十分小さいとみなせる。

【0079】

図11は、図6に示した燃料噴射弁を、筒内直接噴射式エンジンに搭載した一例を示すものである。図11に示したエンジンには、図6に示した噴射孔開口部形状を有する燃料噴射弁1101を、シリンダヘッド1102の吸気弁1103側に、斜角を持って取り付けられている。燃料噴射弁1101は、噴霧の燃料集中部(図7中の701)が点火プラグ1104側に、燃料の希薄な領域(図7中702)がピストン1105側に向くように取り付けられている。このように取り付けるためには、噴霧の集中部に寄与している縁変化部位、すなわち図6中の縁変化部位206における噴射孔内壁の接線方向が、点火プラグ1104の方向に向くように取り付けると良い。

【0080】

このとき、燃料噴射弁を駆動するための電流を供給するためのコネクタ1110が、燃料噴射弁1101から噴射される噴霧の集中部の方向と、対向する位置に設けられていると良い。このように取り付けられていることで、燃料噴射弁をエンジンに取り付けた状態で、コネクタ1110の向きと吸気ポート1108とが反対の方向を向くようになるので、配線作業等が行い易くなる。

【0081】

なお、図11は圧縮行程後期に燃料の噴射を行った場合の例を示しており、噴射された燃料は筒内の空気と混合し、空燃比が小さい(濃い)部分と空燃比が大きい(薄い)部分とを形成して、成層燃焼を行う場合の例である。

【0082】

このように成層燃焼を行う場合は、点火プラグの周囲に濃い混合気を形成する必要から、エンジンシリンダ内にタンブル(縦渦)もしくはスワール(横旋回渦)の空気流動が形成されるように、吸気ポートの配置や吸気ポート上流側に設けられた図示しない弁などを用いることが一般的である。しかしながら、前述のような空気流動を形成するためにエンジン設計上の幾何学的な制限が生じたり、あ

るいは弁を設けることによって圧損が生じてエンジンの効率を下げってしまうという可能性があった。

【 0 0 8 3 】

またエンジンシリンダに筒内流動を発生させる手段として、ピストンに窪みなどを設けることもあるが、ピストンの表面積が増して冷却損失が増大して、効率の面で不利になる可能性があった。加えて、ピストンの形状に沿って生じている空気流動によって点火プラグへ濃い混合気を搬送する方法では、ピストンに向けて燃料を噴射することが必要であり、このためにピストンに付着した燃料が液膜を形成して排出ガス中の未燃燃料成分を増加させたり、ピストン状に堆積物を生じさせて、エンジン性能の経年変化の一因となることがあった。

【 0 0 8 4 】

本発明に係る図 6 に示した燃料噴射弁を用い、噴霧の集中部を点火プラグ側に向けることによって、空気流動に依らずに点火プラグ 1 1 0 4 側に濃い燃料を搬送することが可能となり、空気流動を生じさせるための手段が不要となるか、あるいは簡便にすることができる。このことによって、エンジンの製造にかかるコストを低減することができるばかりでなく、空気流動を作るために要した圧損を減らし、エンジンの効率を高め、燃費を低減することも可能となる。使用するピストンも、図 1 1 に示されているピストン 1 1 0 5 のように、表面がフラットなものを用いるか、あるいは浅い凹面としたものを用いることができ、したがって、深い窪みを設けたピストンを用いる従来方式と比較して冷却損失を低減することができ、エンジンの燃費を向上させる効果がある。

【 0 0 8 5 】

また、図 3 に示した従来例を用いた場合と比較して、噴霧が希薄となる領域が広くなるように調整することができ、ピストン 1 1 0 5 に付着する燃料の量を抑制できて、排出ガス中の未燃燃料成分を減らすことができる。また、点火プラグの位置に応じて噴霧集中部の集中度を、噴霧の希薄な領域とは独立に調整することが可能となるため、エンジンの燃焼安定性をより高めることができる。

【 0 0 8 6 】

加えて、噴霧の集中部と噴霧の希薄な部分とを対向させることが容易となるた

め、従来例の利点である安定した噴霧（混合気）の点火プラグ方向への供給と、ピストン側で希薄となる形状、という特徴を保ったまま噴霧の形状を調整することができる。

【 0 0 8 7 】

図 1 1 に示したような筒内直接噴射式の内燃機関に用いる燃料噴射弁としては、次に説明する図 1 2 に示す燃料噴射弁の噴射孔開口部形状のような工夫を用いるとなお良い。図 1 2 は、図 6 に示した噴射孔開口部の形状のうち、ステップ壁面 2 0 3 が、噴射孔中心軸に垂直な面と斜角を持つように形成し、ステップ壁面 1 2 0 3 のようにした例である。ステップ 1 2 0 3 に連なる縁変化部位 1 2 0 4 は、その旋回方向上流側がステップ底面 2 0 2' にかかり、その旋回方向下流側がステップ上面 2 0 1' にかかる縁変化部位である。ステップ壁面 1 2 0 3 は、ステップ底面 2 0 2' からステップ上面 2 0 1' の間を斜面にて連結するように構成されており、噴射孔の中心軸に垂直な面に対して角度を持った面であり、縁変化部位 1 2 0 4 から噴射孔の外側に向けて形成された壁面である。

【 0 0 8 8 】

一般に、旋回式燃料噴射弁によって形成される噴霧の形状は、圧縮行程後期噴射のように雰囲気圧力が高く密度が大きい雰囲気中へ噴射された場合には、噴霧の貫徹距離が抑えられ、また噴霧の飛翔方向が変化して広がりも小さいコンパクトな噴霧になることが知られている。図 6 に示したような噴射孔開口部形状を有する旋回式燃料噴射弁の燃料噴射弁では、旋回式燃料噴射弁が有している性質として、高い雰囲気圧力に噴射した場合には噴霧がコンパクトになるという性質の他に、噴霧の集中部では噴霧の飛翔方向の変化が小さいという特徴がある。これは噴霧の集中部では同一方向に飛翔する燃料の量が大きいため、雰囲気気体による摩擦に打ち勝って燃料が進行するためである。これと同時に、図 6 に示した燃料噴射弁では、噴霧が希薄な領域と噴霧が希薄でない領域の境界付近でも雰囲気気体による摩擦に打ち勝って、比較的貫徹力が強くなる傾向がある。このため、ピストン方向へ向かう燃料の貫徹力がやや強くなり、ピストンへの燃料付着の一因となる可能性がある。

【 0 0 8 9 】

前述の、噴霧が希薄な領域とそうでない領域との境界付近の燃料の貫徹力が強くなる原因の一つとして、ステップ壁面203と干渉した燃料が同一方向に向かって飛翔し、集中度が増すことが挙げられる。したがって、ピストン方向へ向かう噴霧の貫徹力を減じるためには、ステップ高さHを小さくすることが考えられるが、この方法では点火プラグ方向へ向かう噴霧の集中度も同時に減じられてしまうため、点火プラグ周りに濃い混合気を作ることが難しくなって燃焼安定性が低下する可能性がある。

【0090】

そこで、図12のようにステップ壁面1203がステップ底面202' 'からステップ上面201' 'にかけて斜面で形成されることによって、ステップ壁面1203と燃料とが衝突する角度が緩く（ステップ壁面1203の垂線と衝突する燃料の方向の為す角度が大きき）なり、干渉した燃料の集中を緩和させることができる。したがって、干渉した燃料の集中が緩和されるために、ピストン方向へ向かう噴霧の貫徹力を緩和することができる。また、ステップ1203の傾きは噴霧の集中部には影響を与えないため、噴霧の集中部の貫徹力とは独立に、ピストン方向へ向かう噴霧の貫徹力を変化させることができる。

【0091】

更に、ステップ壁面1203が斜面とステップ上面の為す角が、噴射角 θ の半分よりも小さい（斜面が緩い）場合には、噴霧とステップ壁面1203との干渉は起こらず、また燃料は縁変化部位の旋回方向600の下流側のいずれの縁からも噴射されるようになるため、噴霧の希薄な部分を有せずに、あらゆる方向に燃料が飛翔するようになる。

【0092】

このことは、図16のように噴射孔内壁面を展開した展開図によって示すと理解しやすい。図16は縦軸に噴射孔中心軸方向の位置を取り、横軸に噴射孔開口縁の周方向の角度を図12中の点1205を起点としてとり、噴射孔開口縁の位置を線図として表した展開図である。図中の矢印1600は燃料の噴射方向を表すものであり、噴射孔内壁中を旋回しながら流下する燃料は、展開図中ではおよそ矢印1600のように移動する。このとき、矢印1600とステップ底面2

0 2' (またはステップ上面 2 0 1') とが為す角は、前述した噴射角 θ の半分となる。

【 0 0 9 3 】

このとき、図 1 2 の斜面 1 2 0 3 によって形成される縁変化部位 1 2 0 4 は、展開図上では正弦カーブの一部となる。図 1 2 のように斜面 1 2 0 3 を設けた場合には、周方向の位置 9 0 度にて縁変化部位 1 2 0 4 の傾斜は最大となり、その傾きは斜面 1 2 0 3 とステップ上面 2 0 1' が為す角と等しくなる。

【 0 0 9 4 】

ここで、縁変化部位 1 2 0 4 の傾斜の最大が $\theta / 2$ より小さいときには、矢印 1 6 0 0 をあらゆる位置に平行移動しても噴射孔開口縁を示す線と複数箇所で交わることはない。噴射孔開口縁と矢印 1 6 0 0 が複数箇所で交わることは、燃料の噴射がその交点のうち的一方でのみ行われて、もう一方では行われなことを意味している。したがって、縁変化部位 1 2 0 4 の傾斜の最大が $\theta / 2$ より小さいときには燃料はあらゆる方向に噴射されるようになる。

【 0 0 9 5 】

このようにすると、燃料集中部以外の部分ではほぼ均一に燃料が噴射され、燃料集中部以外の部分で貫徹力の強い噴射は起こらない。このことによって、圧力が高い雰囲気中に噴射した場合には、噴霧の集中部以外では噴霧の貫徹力と広がりや抑えられたコンパクトな噴霧が形成されることになる。

【 0 0 9 6 】

噴霧の希薄な部分が無いように噴射弁を作った場合には、希薄な部分が無いために、ピストン側へ向かう噴霧の量は図 6 に示した噴射弁と比べると多くなるが、貫徹力が弱くなるためにピストンへは付着しにくくなるという利点がある。図 6 や図 1 2 に示したような噴射弁を用いるか、あるいは前述のようにステップ壁面とステップ上面の為す角を噴射角の半分より小さくして噴霧が全周にわたって存在するようにするかは、燃料噴射弁が搭載されるエンジンシリンダおよびピストンの幾何学的形状、大きさ、燃料の噴射時期および点火時期などによって選定すると良い。特に、ピストン頂面がフラットとであったりピストン頂面の窪みが浅い場合や、エンジンの気筒当たりの排気量が小さく噴射時のシリンダ容積が小

さい場合には、希薄部を有せず噴霧集中部を有する噴霧が有効である。

【 0 0 9 7 】

なお本発明に係る燃料噴射弁の効果は、図 1 1 に示したような、燃料噴射弁をエンジンのシリンダヘッド部分の吸気管側に取り付け、噴霧の集中部が点火プラグ側に向き、噴霧の希薄な部分がピストン側へ向くように取り付けが行われた場合に限られない。

【 0 0 9 8 】

例えば、図 1 3 に示すように、エンジンのシリンダヘッドの点火プラグ 1 3 0 2 の近傍に、図 6 に示したような噴射孔形状を有する燃料噴射弁 1 3 0 1 を取り付けた場合にも効果がある。図 1 3 では、シリンダのほぼ中心に位置するように点火プラグ 1 3 0 2 が取り付けられ、これに近接して燃料噴射弁 1 3 0 1 が吸気弁 1 3 0 3 と排気弁 1 3 0 4 の間のシリンダヘッド頂部に取り付けられている。ここで、噴霧の希薄な領域 7 0 2 が点火プラグ 1 3 0 2 の側を向くように取り付ける。

【 0 0 9 9 】

点火プラグに近接して燃料噴射弁を取りつけた場合、飛翔した燃料が蒸発せずに直接点火プラグに衝突して、着火性を悪くさせる要因の一つとなる可能性がある。図 1 3 のように、本発明に係る燃料噴射弁を用いれば、燃料が希薄となる領域 7 0 2 が存在するため、燃料が希薄な領域 7 0 2 を点火プラグ 1 3 0 2 側へ向けて燃料噴射弁を取りつけることで、燃料が直接点火プラグ 1 3 0 2 に衝突することを回避できる。

【 0 1 0 0 】

このような取り付け方をした場合には、燃料の噴射はエンジンの吸気行程中に行うようにすると良い。吸気行程中に燃料を噴射した場合、噴射された燃料は吸気時の空気流動によって空気とほぼ均質に混合するため、点火プラグ側へ濃い混合気を搬送しなくとも、点火することができる。このときに、空気と燃料との混合比は理論空燃比であると良い。理論空燃比であれば、均質に混合した際に点火することが容易となる。

【 0 1 0 1 】

また、点火プラグと燃料噴射弁は、吸気弁と排気弁の間に位置するように取りつけると良い。一般に、点火プラグによって点火を行うと、燃焼反応が起こっている面（火炎面）が時間と共に伝播し、火炎面がシリンダ壁面に到達した時点で燃焼が終了するが、このとき点火プラグがシリンダの中央部付近にあることで、火炎面が伝播すべき距離がどの方向に対しても小さくなり、したがって燃焼時間を短縮できる。燃焼時間を短縮することで、ノッキングの発生を抑制したり、冷却損失を小さくしたり、熱効率を高めるといった効果が得られる

図 1 3 のような内燃機関に本発明に係る燃料噴射弁を搭載する場合は、次に述べるような工夫を施すとなお良い。図 1 4 に示した燃料噴射弁の開口部の拡大図は、図 1 3 のようにピストンの直上に設置された点火プラグに近接して取り付ける燃料噴射弁の開口部形状の望ましい形状として、図 6 に示した噴射孔部開口部の形状に工夫を施した例である。

【 0 1 0 2 】

図 1 4 に示した噴射孔開口部の形状は、図 6 に示した噴射孔開口部の形状のうち、ステップ壁面 2 0 4 がステップ底面 2 0 2 に対して斜角を持つようにした例である。すなわち、図 1 4 において、ステップ壁面 1 4 0 4 はステップ底面 1 4 0 2 からステップ上面 1 4 0 1 にかけて斜面として形成されている。

【 0 1 0 3 】

ステップ壁面 1 4 0 4 が斜面として形成されることによって、縁変化部位のうち、旋回方向 6 0 0 の上流側がステップ上面 1 4 0 1 で旋回方向 6 0 0 の下流側がステップ底面 1 4 0 2 にかかる縁変化部位 1 4 0 6 が、噴射孔中心軸に対して角度を持つ関係となる。このため、図 6 の縁変化部位 2 0 6 から同一方向に噴射される燃料と異なり、縁変化部位 1 4 0 6 から噴射される燃料は同一方向に集中して噴射されることはなくなり、したがって噴霧の集中部における集中度は緩和され、噴霧の貫徹力も弱くなる。

【 0 1 0 4 】

また、図 1 9 に示した噴射孔形状のものを、図 1 3 のような内燃機関に用いても、噴霧の集中部がない噴霧が得られるため、上述の理由と同様に、内燃機関の燃焼性能にとって良い効果が得られる。

【0105】

このように、噴霧の横断面における噴霧の局所集中を避けるように噴射孔開口部を形成した場合には、図13に示すようなピストンの直上の点火プラグに近接して燃料噴射弁を取りつけた場合に、局所的に強い貫徹力を持つ噴霧がピストンの頂面やシリンダ壁面に付着して排出ガス中の未燃燃料成分が増加してしまうことを抑制できる。

【0106】

上述のように、噴霧の集中部の燃料液滴の集中度を緩和させる方法としては、図15に示すように、噴霧の集中部に寄与する縁変化部位を1503、1504のように設け、ステップ上面1501とステップ1502の中間に面1505を設けて、複数の段を構成する方法もある。

【0107】

このようにすることで、各縁変化部位（図15中の1503、1504）から噴射される燃料は、噴霧の集中部に寄与する縁変化部位が一箇所である場合と比較して、複数の広い範囲の箇所に集中することとなる。このように、集中の度合いが弱められることによって、噴霧の集中部にある燃料液滴の貫徹力を減じることができる。

【0108】

図15に示した燃料噴射弁によって形成される噴霧は、噴霧の集中部の集中度が弱められてはいるものの、噴霧の集中部は形成されるため、図13のような点火プラグと燃料噴射弁とを近接して設置する場合だけでなく、図11に示す内燃機関にも適合できる。

【0109】

【発明の効果】

本発明によれば、旋回式燃料噴射弁によって形成される噴霧の形状のうち、噴霧が集中する部分と噴霧が希薄でない部分の配分を変えることが容易となり、内燃機関に適した燃料噴射弁を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る燃料噴射弁の一例を示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した燃料噴射弁の噴射孔近傍の断面図と正面図を示す図である。

【図 3】

従来例による燃料噴射弁の噴射孔近傍の断面図と正面図を示す図である。

【図 4】

従来例にある燃料噴射弁によって形成される噴霧の形状を示す模式図である。

【図 5】

従来例による燃料噴射弁によって噴霧の形状制御を行った例として、その噴射孔近傍の拡大図と生成される噴霧とを対比した図である。

【図 6】

図 2 に示した本発明に係る燃料噴射弁の噴射孔近傍の正面図の強拡大図である。

【図 7】

図 6 に示した本発明に係る燃料噴射弁によって生成される噴霧の形状を模式的に示した図である。

【図 8】

本発明に係る燃料噴射弁の噴射孔開口部の形状の例を挙げた図である。

【図 9】

本発明に係る燃料噴射弁の噴射孔開口部を、別部材にて形成した例を示す図である。

【図 1 0】

本発明に係る燃料噴射弁の噴射孔開口部を、加工方法を考慮して形成した例を示す図である。

【図 1 1】

本発明に係る燃料噴射弁を内燃機関に搭載した一例を示す図である。

【図 1 2】

本発明に係る燃料噴射弁のステップ壁面を斜面で形成した例を示す図である。

【図 1 3】

本発明に係る燃料噴射弁を、点火プラグに近接して内燃機関に搭載した例を示す図である。

【図 1 4】

図 1 3 記載の内燃機関に対してより望ましい噴射孔開口部の形状の例を示す図である。

【図 1 5】

図 1 4 記載の噴射孔開口部形状の斜面を複数の段によって形成した噴射孔開口部の形状の例を示す図である。

【図 1 6】

図 1 2 記載の燃料噴射弁の噴射孔内壁の展開図である。

【図 1 7】

図 2 (a) の噴射孔開口部を G 方向から見た斜視拡大図である。

【図 1 8】

図の左側に噴射孔と進行拘束壁面と旋回拘束壁面端部の位置関係を示し、これに対応して形成される噴霧の形状を右側に示した図である。

【図 1 9】

旋回拘束壁面の範囲がほとんどなくなる程度にまで小さくし、図 1 8 (a) , (b) における 2 つの旋回拘束壁面の端部が略一致する程度にまでした場合の例を示す図である。

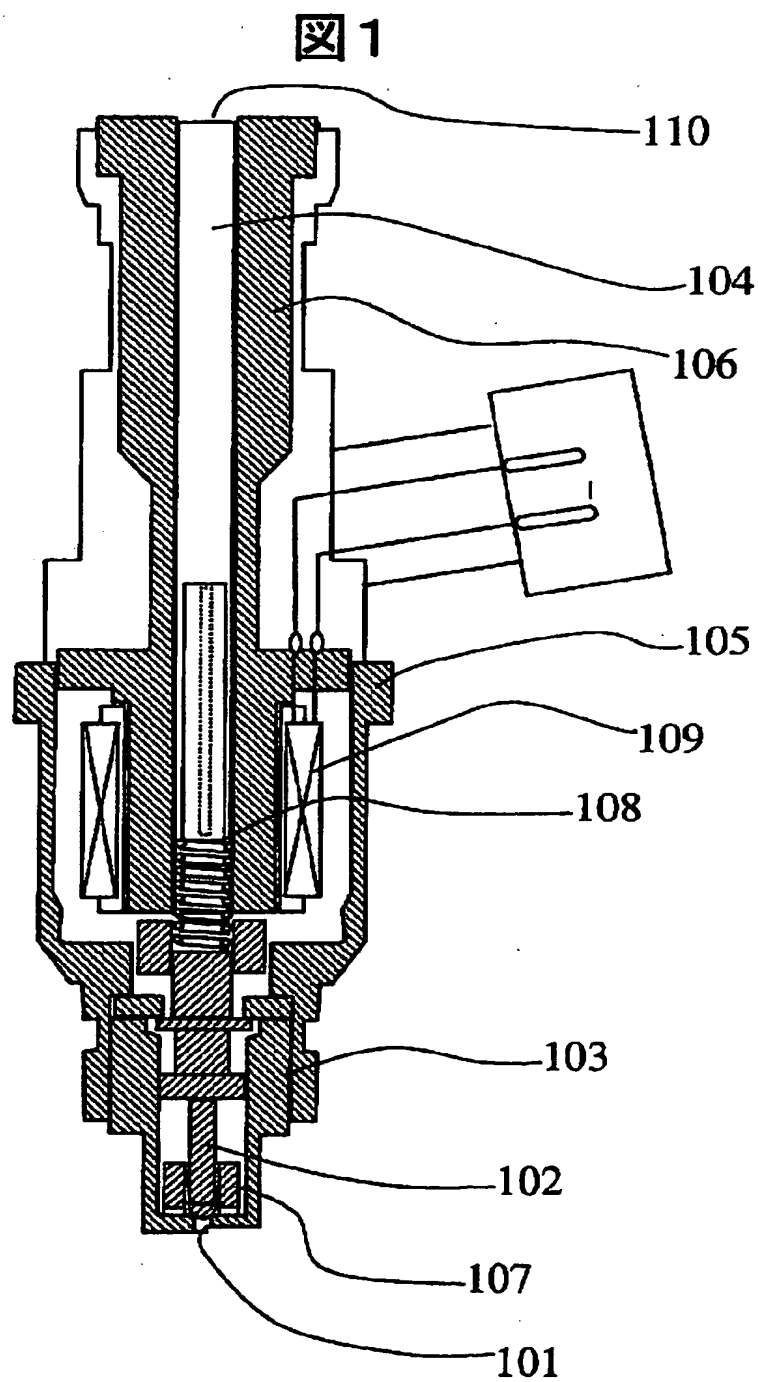
【符号の説明】

1 0 1 … 噴射孔、1 0 2 … 弁体、1 0 3 … ノズル部、1 0 4 … コア、1 0 5 … ヨーク、1 0 6 … 燃料通路、1 0 7 … 旋回素子、1 0 8 … スプリング、1 0 9 … コイル、1 1 0 … 燃料通路、2 0 0 … 噴射孔の中心軸、2 0 1, 2 0 1' , 2 0 1' ' , … ステップ上面、2 0 2, 2 0 2' , 2 0 2' ' … ステップ底面、2 0 3 … ステップ壁面、2 0 4 … ステップ壁面、2 0 5 … 噴射孔内壁、2 0 6 … 噴射孔縁変化部位、2 0 7 … 噴射孔縁変化部位、2 0 8 … 噴射孔の縁、3 0 1 … ステップ上面、3 0 2 … ステップ底面、3 0 3 … ステップ壁面、3 0 4 … ステップ壁面、3 0 5 … 噴射孔内壁、3 0 6 … 噴射孔縁変化部位、3 0 7 … 噴射孔縁変化部位、3 0 8 … 噴射孔の縁、4 0 1 … 偏向側噴霧、4 0 2 … 非偏向側噴霧、4 0 3

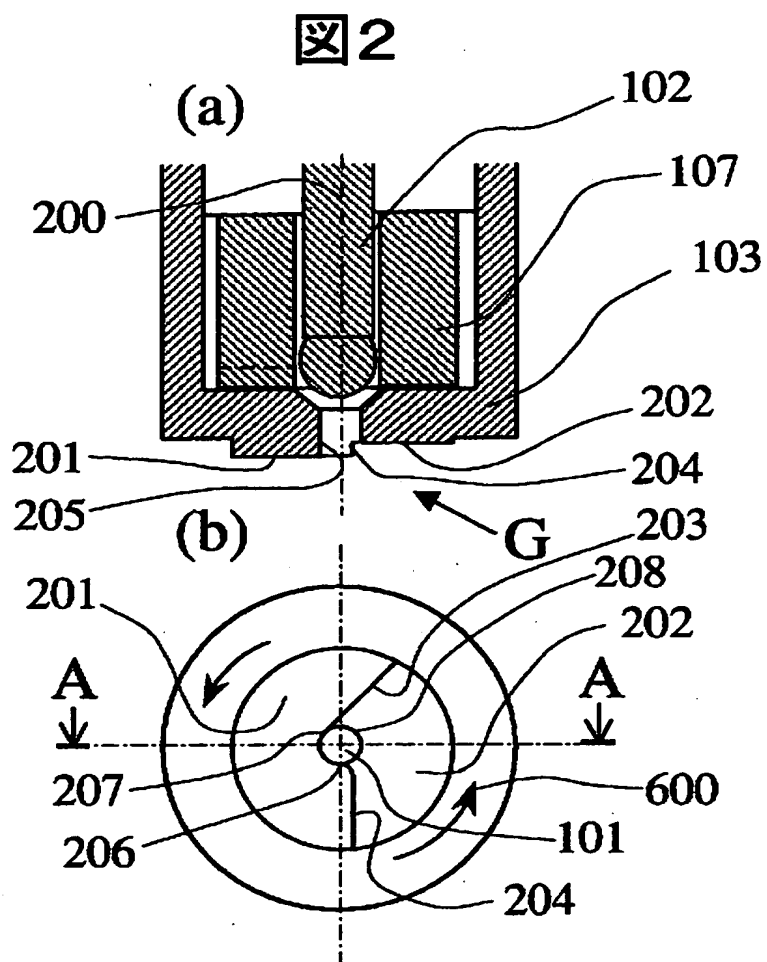
…噴霧の集中部、404…噴霧が希薄な領域、501, 501', 501''…
噴霧の集中部、502, 502', 502''…噴霧が希薄な領域、600…燃
料の旋回方向、601, 602, 603, 604…噴射方向、601s, 602
s, 603s…噴射位置、605…縁変化位置と噴射孔中心軸を通る直線、60
6…二つの縁変化位置を通る直線、701…噴霧の集中部、702…噴霧の希薄
な領域、703, 704…噴霧濃度の境界部、800a, 800b, 800c…
噴射孔内壁、801a, 801b, 801c…ステップ壁面、802a, 802
b, 802c…ステップ壁面、803b…縁変化部位、804b…縁変化部位、
805…噴霧の集中部の方向、806…旋回方向、900…噴射孔内壁、901
…ステップ壁面を形成する部材、902…噴射孔を有する部材、903…部材9
02の端面、904, 905…ステップ壁面、906…部材902が形成する噴
射孔内壁、907, 908…縁変化部位、909…壁面、1001…噴射孔内壁
、1002…ステップ壁面に連なる壁面、1003, 1004…ステップ壁面、
1101…燃料噴射弁、1102…シリンダヘッド、1103…吸気弁、110
4…点火プラグ、1105…ピストン、1106…シリンダ、1107…排気弁
、1108…吸気ポート、1109…排気ポート、1110…コネクタ、120
3…斜面で形成されたステップ壁面、1204…縁変化部位、1205, 120
6, 1207…噴射孔開口縁上の点、1301…燃料噴射弁、1302…点火プ
ラグ、1303…吸気弁、1304…排気弁、1401…ステップ上面、140
2…ステップ底面、1403…ステップ壁面、1404…斜面で形成されたステ
ップ壁面、1406…縁変化部位、1501…ステップ上面、1502…ステッ
プ底面、1503, 1504…縁変化部位、1505…ステップ中段面、150
6, 1507…ステップ壁面、1600…燃料噴射方向。

【書類名】 図面

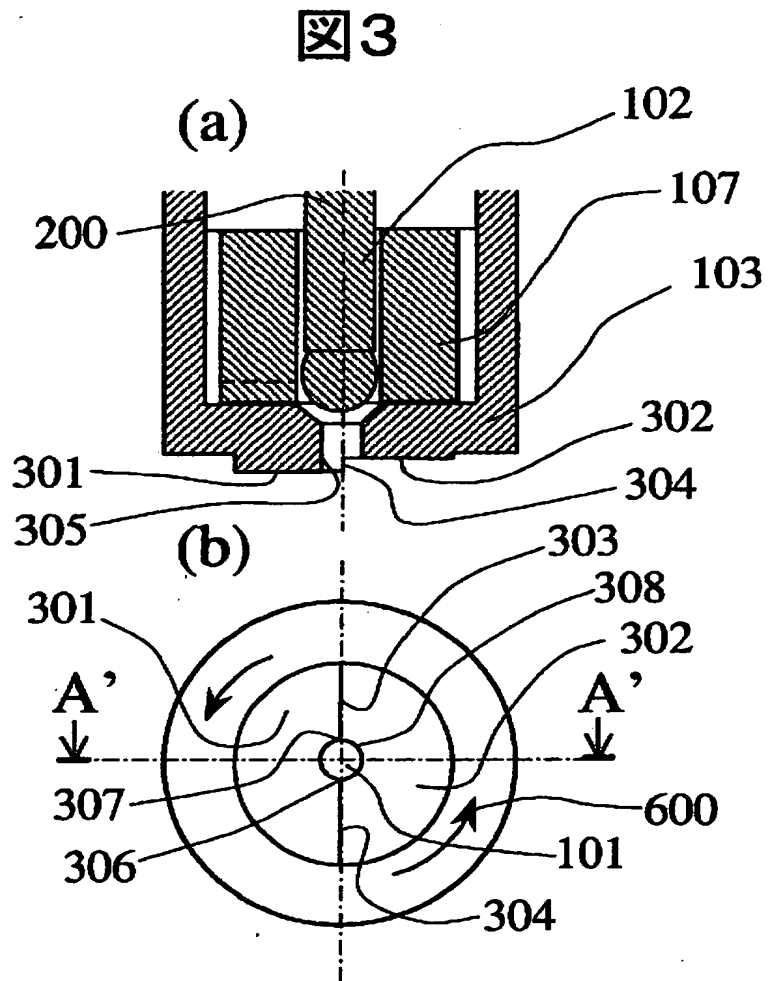
【図 1】



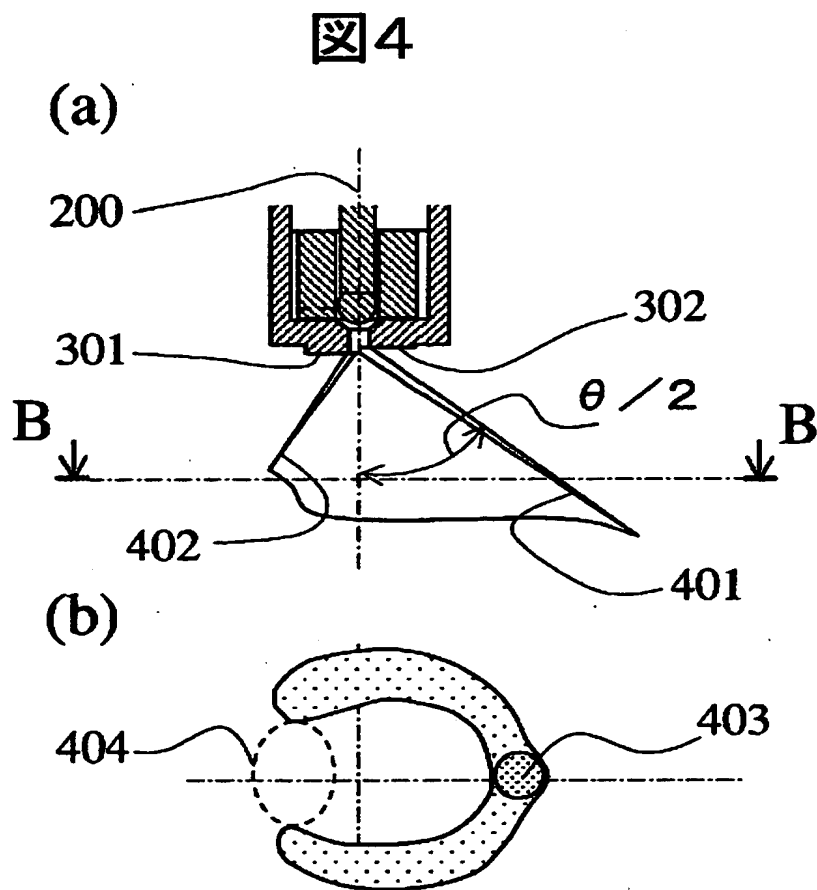
【図 2】



【図3】

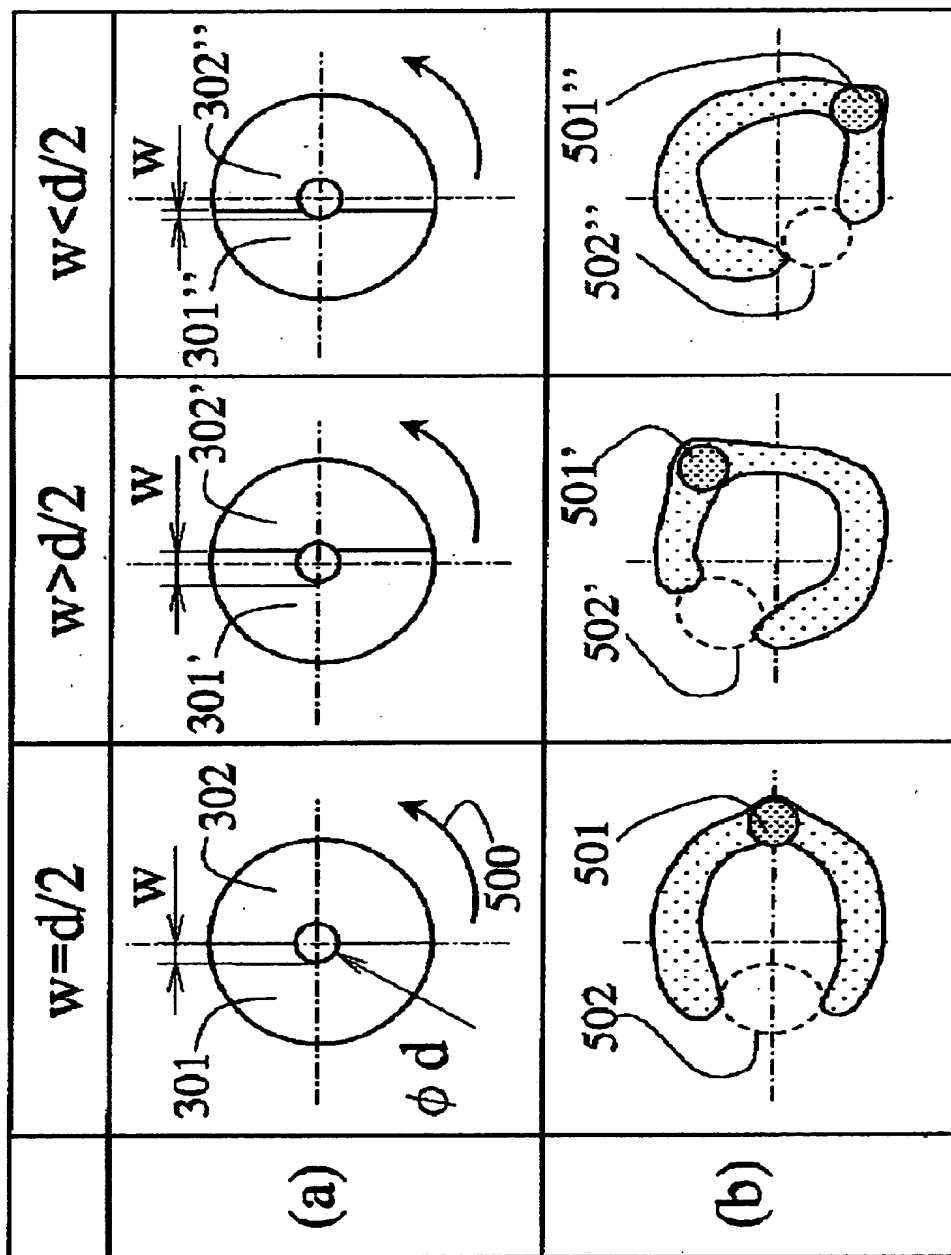


【図 4】

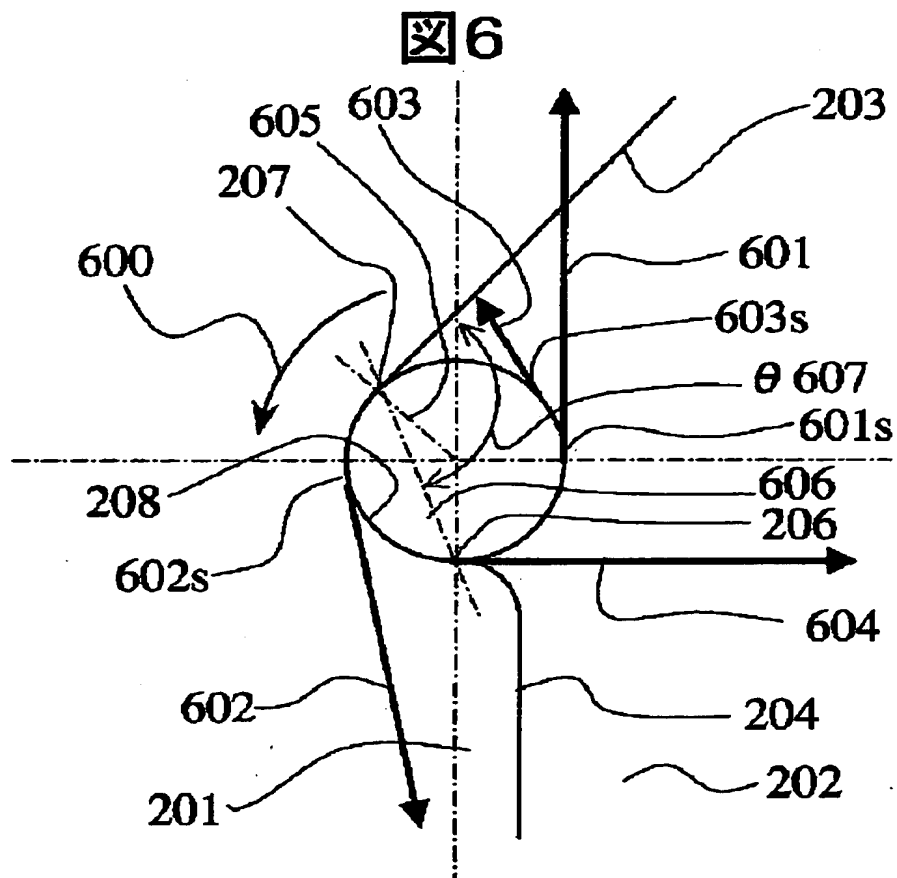


【図 5】

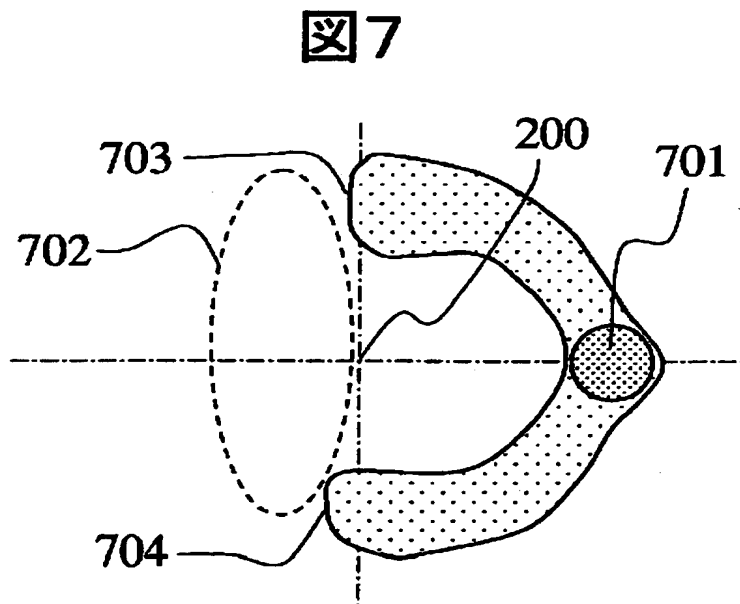
図 5



【図 6】

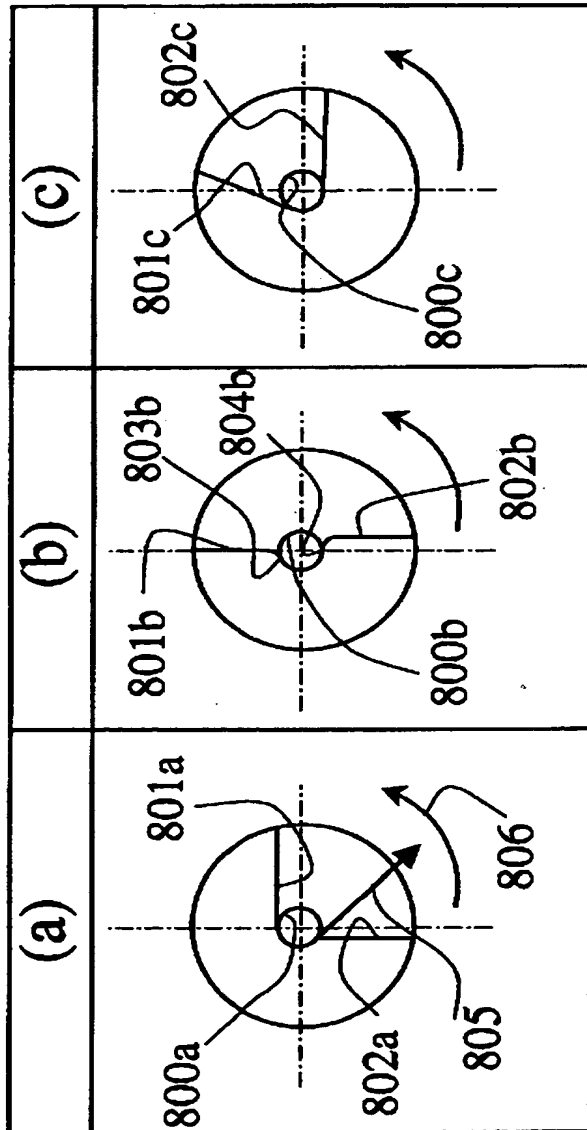


【図 7】



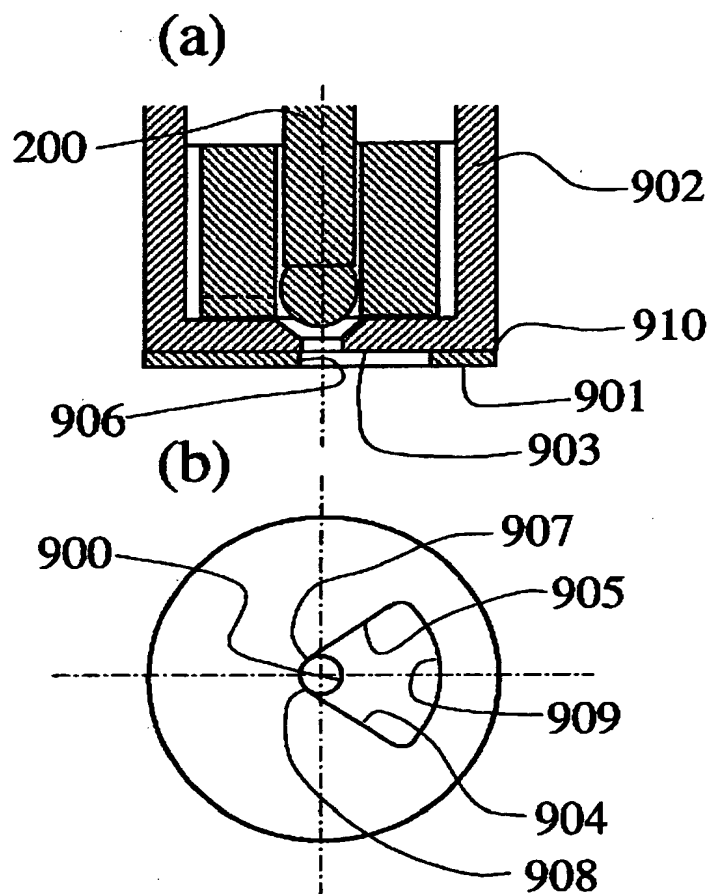
【図 8】

図 8

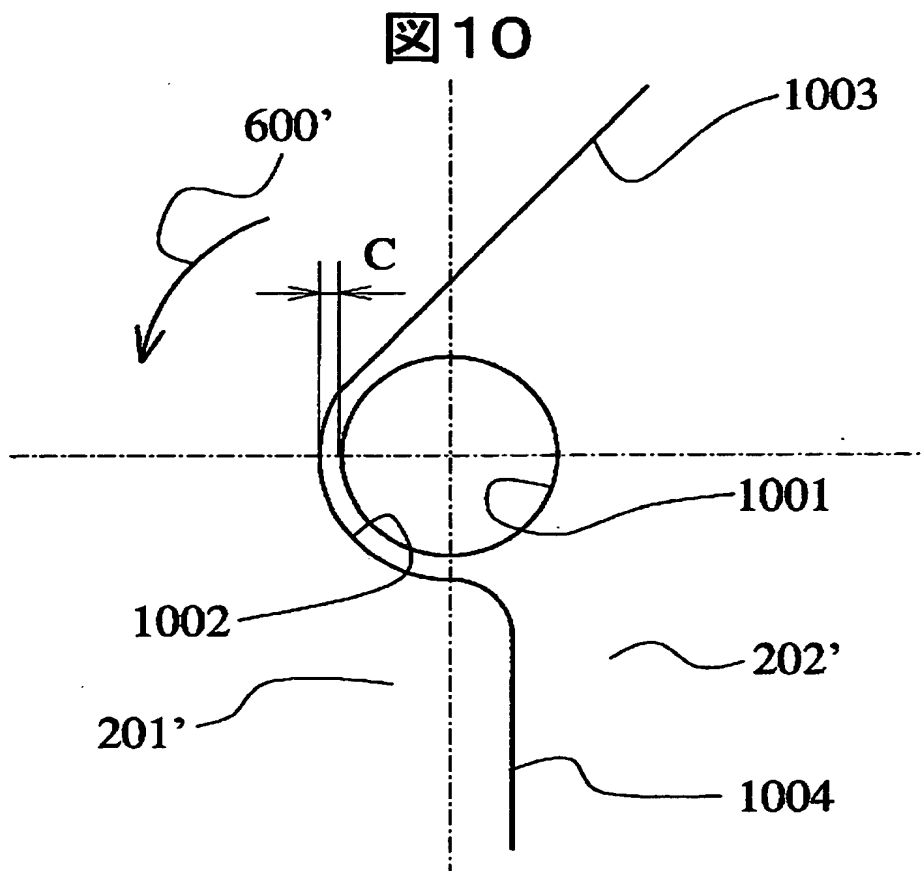


【図9】

図9

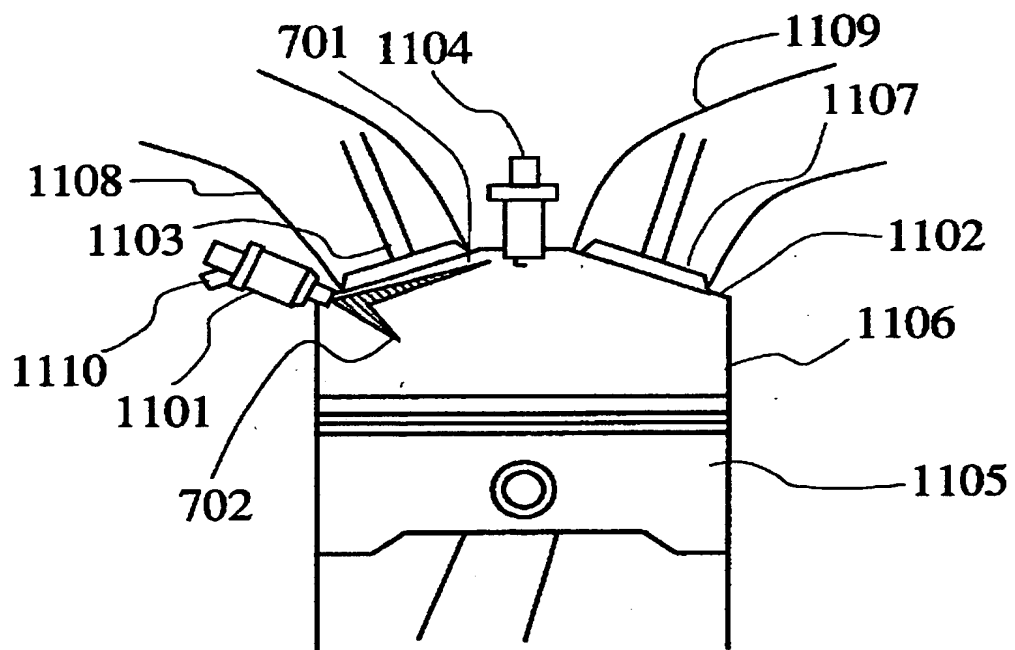


【図10】



【図 11】

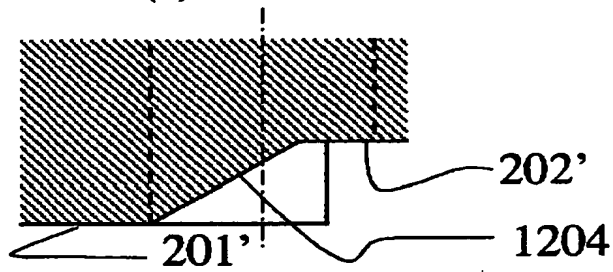
図 11



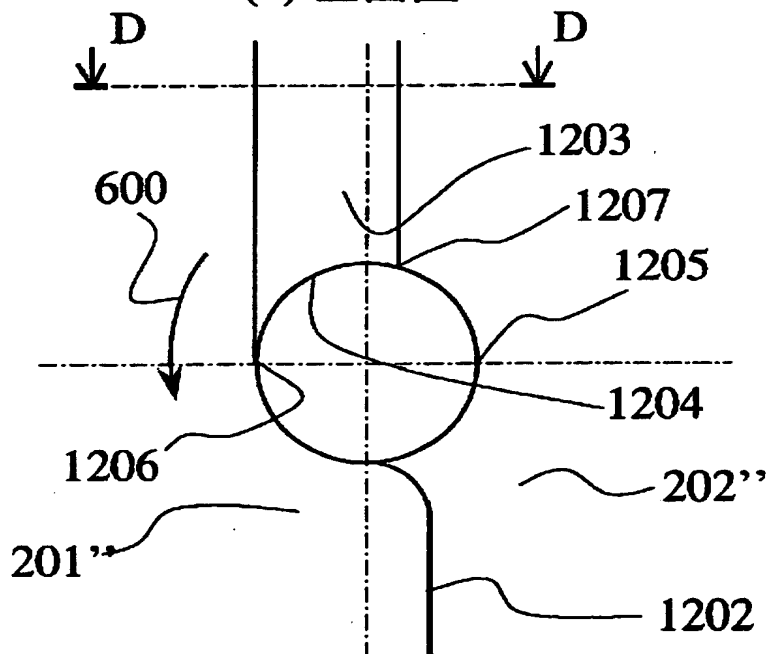
【图 1 2】

图 1 2

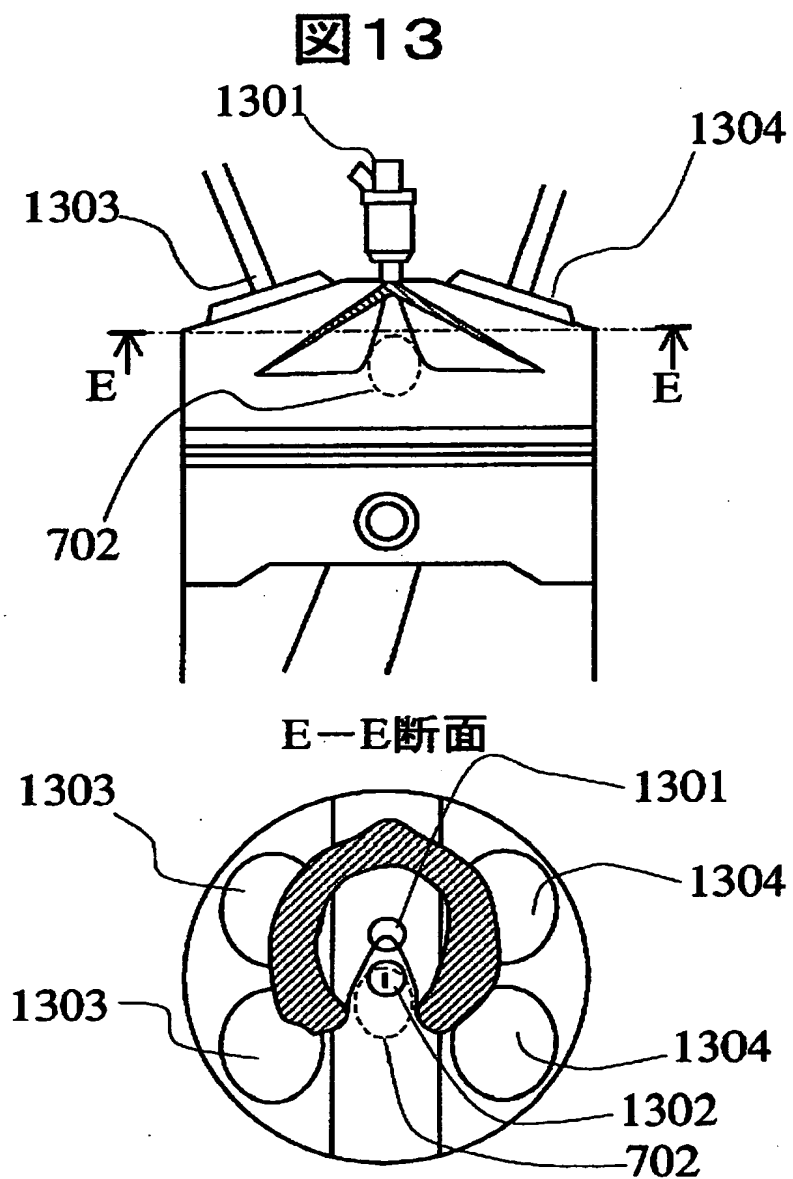
(a) D-D 断面



(b) 正面图



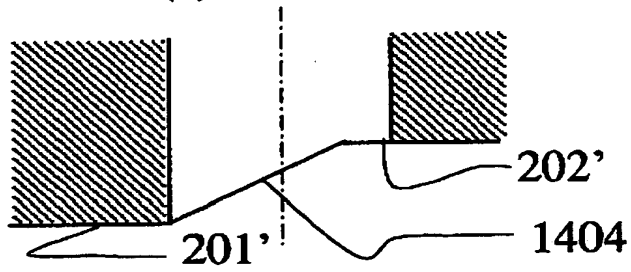
【図13】



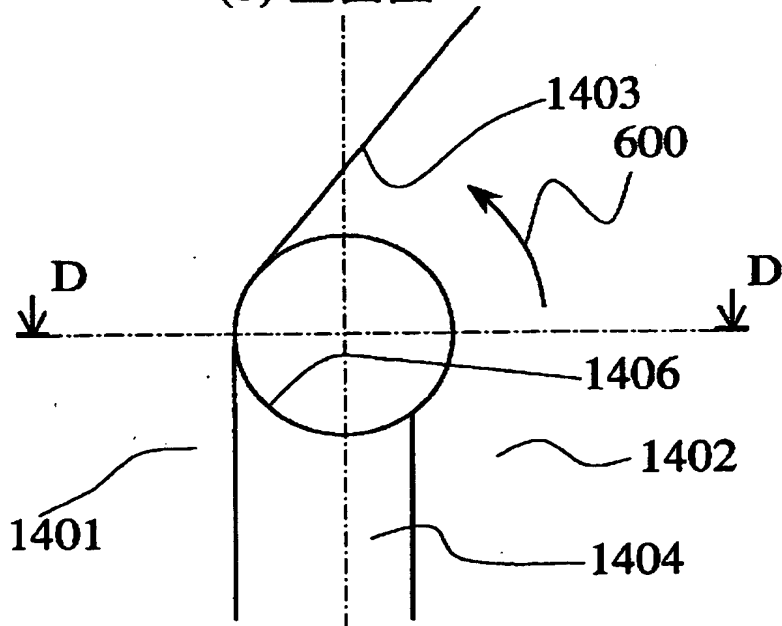
【図14】

図14

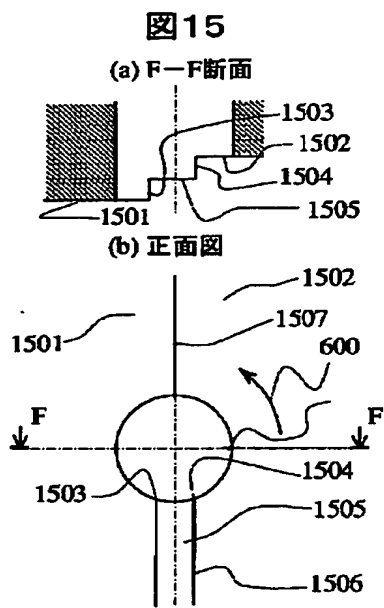
(a) D-D断面



(b) 正面図



【図 1 5】



【図16】

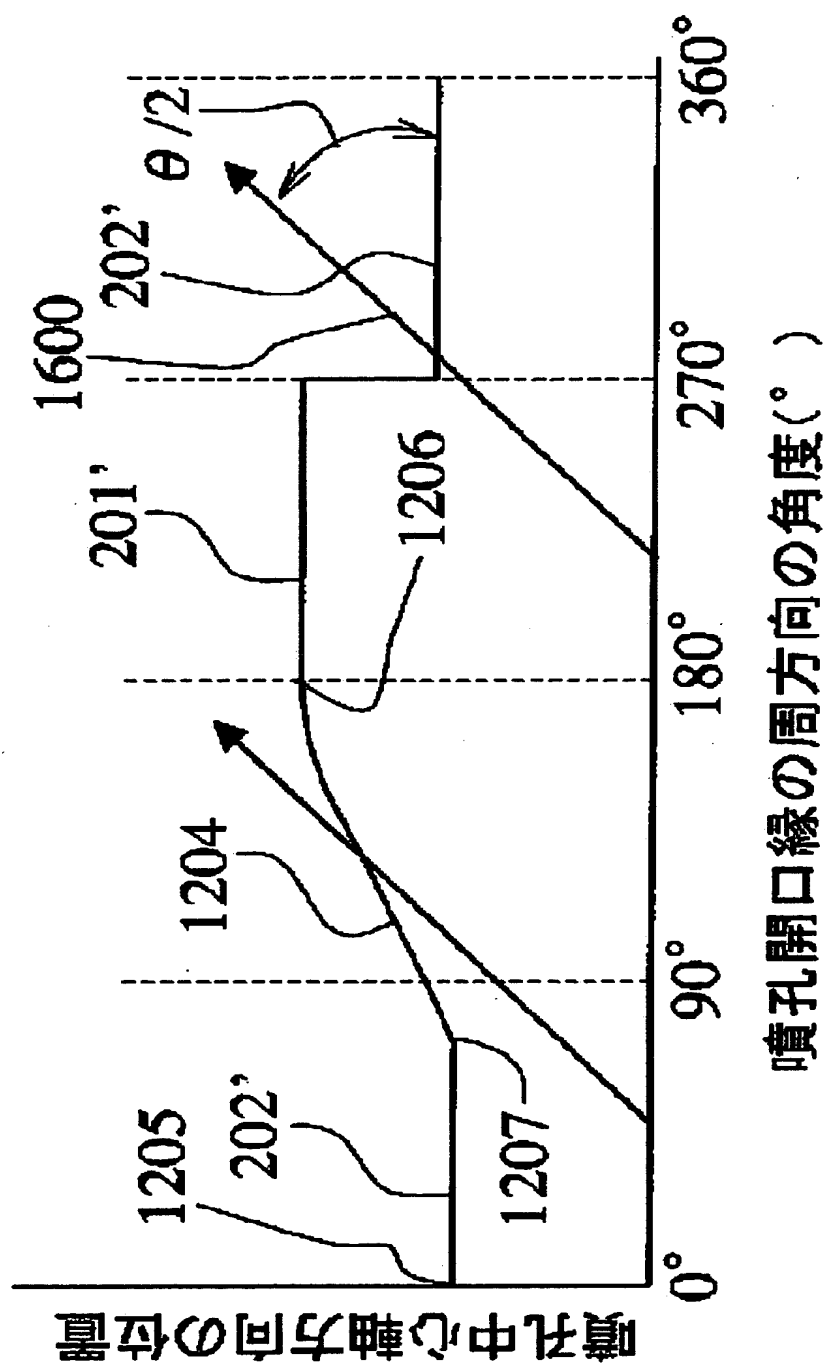
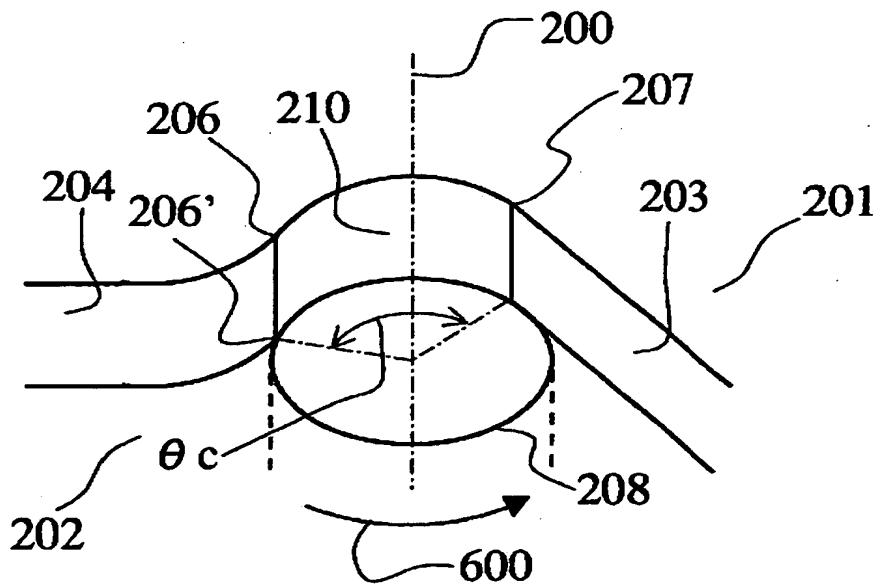


図16

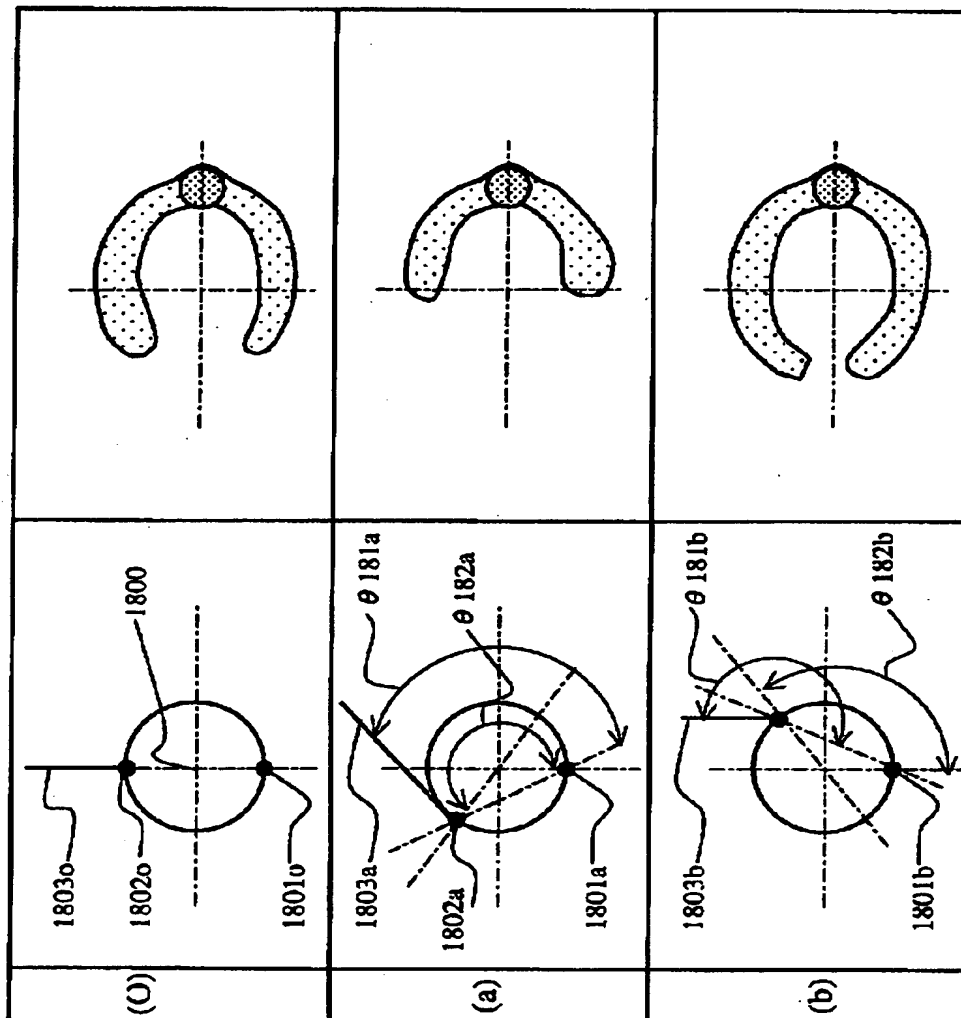
【図 17】

図 17



【図 18】

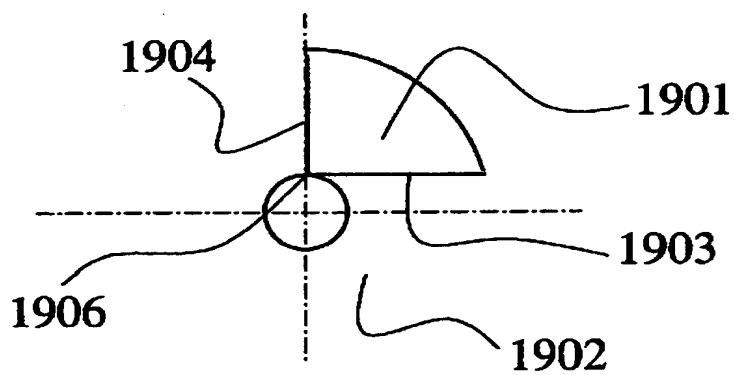
図 18



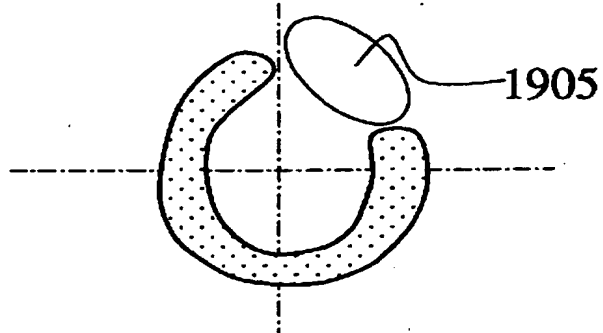
【図19】

図19

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

旋回式燃料噴射弁において、噴霧の集中部、噴霧が希薄な部分を作り、これらの位置を調整して、エンジンの幾何学的形状や燃料噴射弁の取り付け位置などに応じて噴霧を適合させ、燃費の低減や排出ガス中の未燃燃料成分などを抑制する。

【解決手段】

燃料噴射弁の噴射孔開口部に段差を設け、該段差によって生じる噴射孔開口部の縁の変化部位を2箇所以上有し、該縁変化部位を結ぶ直線が、噴射孔中心軸に垂直な段差によって生じる壁面と角度を持った壁面と、斜角をもつような構成とした。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-394087
受付番号	50001675999
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年12月27日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所